

CSILLAGÁSZATI
ÉVKÖNYV • 1965

GONDOLAT

Címkép: A Hattyú csillagképben levő két fátyolköd és a vele kapcsolatos ködrendszer. A ködrendszer tágul és így feltehetőleg egy szupernóva robbanás alkalmával dobódott ki. Lovas Miklós felvétele a mátrai Obszervatórium Schmidt teleszkópjával 75 perces kinttartással, Kodak OaO fényképlemezen.

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1965. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

GONDOLAT KIADÓ
1964

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1965. ÉVRE

Az I—VII. táblázatokat összeállította
a TIT Hajdú-Bihar Megyei Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével
(Debrecen)

DÁTUM	A HÉT napját	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(1)	1	7 32	11 47	16 03	6 23	14 51	
2	Sz		2	7 32	11 48	16 05	7 19	15 35	● 22 07
3	V		3	7 32	11 49	16 06	8 09	16 27	
4	H	2	4	7 32	11 49	16 06	8 52	17 26	
5	K		5	7 32	11 49	16 07	9 27	18 29	
6	Sz		6	7 32	11 50	16 08	9 56	19 33	
7	Cs		7	7 32	11 50	16 09	10 20	20 40	
8	P		8	7 31	11 50	16 10	10 41	21 48	
9	Sz		9	7 31	11 51	16 12	11 02	22 57	
10	V		10	7 30	11 51	16 13	11 21	—	☾ 22 00
11	H	3	11	7 30	11 52	16 14	11 42	0 07	
12	K		12	7 29	11 52	16 16	12 07	1 21	
13	Sz		13	7 29	11 53	16 17	12 34	2 37	
14	Cs		14	7 28	11 53	16 19	13 09	4 08	
15	P		15	7 28	11 54	16 20	13 56	5 17	
16	Sz		16	7 28	11 54	16 21	14 56	6 31	
17	V		17	7 27	11 54	16 22	16 12	7 34	○ 14 38
18	H	4	18	7 26	11 55	16 24	17 29	8 24	
19	K		19	7 25	11 55	16 25	18 52	9 03	
20	Sz		20	7 24	11 55	16 27	20 12	9 32	
21	Cs		21	7 23	11 55	16 28	21 28	9 57	
22	P		22	7 22	11 56	16 30	22 42	10 19	
23	Sz		23	7 22	11 56	16 31	23 51	10 39	
24	V		24	7 21	11 56	16 32	—	11 00	☾ 12 07
25	H	5	25	7 20	11 56	16 34	1 00	11 22	
26	K		26	7 19	11 56	16 36	2 07	11 46	
27	Sz		27	7 17	11 57	16 37	3 13	12 15	
28	Cs		28	7 16	11 57	16 39	4 16	12 49	
29	P		29	7 16	11 57	16 40	5 14	13 31	
30	Sz		30	7 14	11 58	16 42	6 06	14 21	
31	V		31	7 13	11 58	16 43	6 51	15 18	

Föld: 2-án napközben

HÓ NAP

0 ^h világitókor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	" "	h m	° ' "
... 761,5	6 41 43,950	18 45	—23 02	16 17	17 17	—22 48
762,5	6 45 40,512	18 50	22 57	16 17	18 08	24 15
763,5	6 49 37,074	18 54	22 52	16 17	19 00	24 35
764,5	6 53 33,636	18 58	22 46	16 17	19 52	23 49
765,5	6 57 30,196	19 03	22 40	16 17	20 43	21 59
766,5	7 01 26,755	19 07	22 33	16 17	21 33	19 10
767,5	7 05 23,311	19 12	22 26	16 17	22 21	15 31
768,5	7 09 19,865	19 16	22 18	16 17	23 08	11 10
769,5	7 13 16,418	19 20	22 10	16 17	23 55	6 18
770,5	7 17 12,969	19 25	22 01	16 17	0 41	— 1 03
771,5	7 21 09,522	19 29	21 52	16 17	1 29	+ 4 22
772,5	7 25 06,075	19 33	21 43	16 17	2 18	9 45
773,5	7 29 02,632	19 38	21 33	16 17	3 11	14 49
774,5	7 32 59,192	19 42	21 23	16 17	4 08	19 13
775,5	7 36 55,755	19 46	21 12	16 17	5 10	22 33
776,5	7 40 52,321	19 51	21 01	16 17	6 15	24 22
777,5	7 44 48,887	19 55	20 50	16 17	7 22	24 25
778,5	7 48 45,451	19 59	20 38	16 17	8 28	22 38
779,5	7 52 42,012	20 03	20 25	16 17	9 31	19 16
780,5	7 56 38,568	20 08	20 13	16 17	10 30	14 43
781,5	8 00 35,121	20 12	20 00	16 17	11 24	9 28
782,5	8 04 31,673	20 16	19 46	16 17	12 16	+ 3 53
783,5	8 08 28,224	20 20	19 33	16 17	13 04	— 1 41
784,5	8 12 24,775	20 24	19 18	16 16	13 52	6 59
785,5	8 16 21,329	20 29	19 04	16 16	14 38	11 52
786,5	8 20 17,884	20 33	18 49	16 16	15 26	16 08
787,5	8 24 14,442	20 37	18 34	16 16	16 14	19 41
788,5	8 28 11,001	20 41	18 18	16 16	17 04	22 21
789,5	8 32 07,561	20 45	18 03	16 16	17 55	24 02
790,5	8 36 04,121	20 49	17 46	16 16	18 47	24 39
791,5	8 40 00,681	20 53	—17 30	16 16	19 39	—24 08

Hold: 2-án 15^h-kor földtávolban
17-én 2^h-kor földközelpontban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	6	32	7 12	11 58	16 44	7 28	16 20	● 17 36	
2	K		33	7 10	11 58	16 46	7 59	17 26		
3	Sz		34	7 09	11 59	16 48	8 25	18 33		
4	Cs		35	7 07	11 59	16 50	8 47	19 40		
5	P		36	7 06	11 59	16 51	9 07	20 48		
6	Sz	7	37	7 05	11 59	16 53	9 25	21 57	☾ 9 53	
7	V		38	7 04	11 59	16 54	9 47	23 09		
8	H		39	7 02	11 59	16 55	10 08	—		
9	K		40	7 00	11 59	16 57	10 33	0 23		
10	Sz		41	6 59	11 59	16 59	11 04	1 39		
11	Cs	8	42	6 57	11 59	17 01	11 44	2 55	○ 1 27	
12	P		43	6 56	11 59	17 02	12 35	4 10		
13	Sz		44	6 55	11 59	17 04	13 43	5 17		
14	V		45	6 53	11 59	17 06	15 01	6 11		
15	H		46	6 51	11 59	17 07	16 19	6 55		
16	K	9	47	6 49	11 59	17 08	17 41	7 29	☾ 6 40	
17	Sz		48	6 47	11 59	17 10	19 01	7 56		
18	Cs		49	6 45	11 59	17 12	20 18	8 19		
19	P		50	6 44	11 59	17 13	21 32	8 41		
20	Sz		51	6 43	11 59	17 14	22 44	9 02		
21	V	9	52	6 41	11 58	17 16	23 54	9 23		
22	H		53	6 39	11 58	17 17	—	9 47		
23	K		54	6 37	11 58	17 19	1 01	10 15		
24	Sz		55	6 36	11 58	17 21	2 06	10 47		
25	Cs		56	6 34	11 57	17 22	3 07	11 26		
26	P		57	6 32	11 57	17 23	4 02	12 13		
27	Sz		58	6 30	11 57	17 24	4 49	13 08		
28	V		59	6 28	11 57	17 26	5 29	14 09		

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "		h m	° ' "
...792,5	8 43 57,240	20 58	—17 13	16 15	20 30	—22 32
793,5	8 47 53,796	21 02	16 56	16 15	21 20	19 54
794,5	8 51 50,351	21 06	16 39	16 15	22 09	16 23
795,5	8 55 46,903	21 10	16 21	16 15	22 57	12 08
796 5	8 59 43,454	21 14	16 03	16 15	23 44	7 20
797,5	9 03 40,003	21 18	15 45	16 15	0 30	— 2 09
798 5	9 07 36,553	21 22	15 26	16 14	1 16	+ 3 13
799,5	9 11 33,104	21 26	15 07	16 14	2 05	8 32
800,5	9 15 29,657	21 30	14 48	16 14	2 55	13 36
801,5	9 19 26,213	21 34	14 29	16 14	3 49	18 05
802,5	9 23 22,772	21 38	14 10	16 14	4 47	21 40
803,5	9 27 19,334	21 42	13 50	16 14	5 49	23 59
804,5	9 31 15,897	21 46	13 30	16 13	6 53	24 43
805,5	9 35 12,459	21 49	13 10	16 13	7 58	23 42
806,5	9 39 09,018	21 53	12 49	16 13	9 02	21 00
807,5	9 43 05,574	21 57	12 29	16 13	10 03	16 54
808,5	9 47 02,126	22 01	12 08	16 13	11 00	11 49
809,5	9 50 58,675	22 05	11 47	16 12	11 53	6 11
810,5	9 54 55,224	22 09	11 26	16 12	12 44	+ 0 24
811,5	9 58 51,722	22 13	11 04	16 12	13 33	— 5 13
812,5	10 02 48,323	22 17	10 43	16 12	14 22	10 26
813,5	10 06 44,875	22 20	10 21	16 12	15 10	15 03
814,5	10 10 41,430	22 24	9 59	16 11	15 59	18 55
815,5	10 14 37,986	22 28	9 37	16 11	16 49	21 53
816,5	10 18 34,544	22 32	9 15	16 11	17 40	23 51
817,5	10 22 31,102	22 36	8 53	16 11	18 32	24 45
818,5	10 26 27,659	22 39	8 30	16 10	19 24	24 32
819,5	10 30 24,216	22 43	— 8 08	16 10	20 15	—23 12

Hold: 14-én 12^h-kor földközeli
26-án 11^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	10	60	6 26	11 57	17 28	6 01	15 15	● 10 56
2	K		61	6 24	11 57	17 30	6 29	16 21	
3	Sz		62	6 22	11 57	17 31	6 52	17 30	
4	Cs		63	6 21	11 56	17 32	7 13	18 39	
5	P		64	6 18	11 56	17 34	7 33	19 49	
6	Sz	11	65	6 16	11 56	17 36	7 52	21 00	☾ 18 53
7	V		66	6 14	11 56	17 37	8 13	22 13	
8	H		67	6 12	11 56	17 39	8 37	23 29	
9	K		68	6 11	11 55	17 40	9 05	—	
10	Sz		69	6 09	11 55	17 42	9 41	0 45	
11	Cs	12	70	6 07	11 55	17 43	10 27	1 59	○ 12 24
12	P		71	6 05	11 55	17 44	11 24	3 06	
13	Sz		72	6 03	11 54	17 46	12 34	4 04	
14	V		73	6 00	11 54	17 47	13 52	4 50	
15	H		74	5 58	11 54	17 49	15 13	5 26	
16	K	13	75	5 57	11 54	17 51	16 34	5 55	☾ 2 37
17	Sz		76	5 55	11 53	17 52	17 52	6 19	
18	Cs		77	5 53	11 53	17 53	19 08	6 41	
19	P		78	5 50	11 53	17 54	20 22	7 02	
20	Sz		79	5 48	11 52	17 56	21 34	7 23	
21	V	14	80	5 46	11 52	17 58	22 45	7 46	☾ 2 37
22	H		81	5 44	11 52	17 59	23 52	8 12	
23	K		82	5 43	11 52	18 01	—	8 43	
24	Sz		83	5 41	11 51	18 02	0 57	9 20	
25	Cs		84	5 38	11 51	18 03	1 54	10 04	
26	P	14	85	5 36	11 51	18 05	2 45	10 56	☾ 2 37
27	Sz		86	5 34	11 50	18 06	3 27	11 55	
28	V		87	5 32	11 50	18 08	4 02	12 59	
29	H		88	5 31	11 50	18 09	4 31	14 06	
30	K		89	5 28	11 49	18 10	4 56	15 14	
31	Sz		90	5 26	11 49	18 11	5 17	16 24	

Föld: tavasz kezdete 20-án 21^h 05^m-kor

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 820,5	10 34 20,771	22 47	— 7 45	16 10	21 06	—20 49
821,5	10 38 17,324	22 51	7 22	16 10	21 56	17 28
822,5	10 42 13,874	22 54	6 59	16 09	22 44	13 19
823,5	10 46 10,423	22 58	6 36	16 09	23 31	8 33
824,5	10 50 06,970	23 02	6 13	16 09	0 18	— 3 20
825,5	10 54 03,518	23 06	5 50	16 09	1 05	+ 2 07
826,5	10 58 00,066	23 09	5 27	16 08	1 53	7 33
827,5	11 01 56,617	23 13	5 03	16 08	2 43	12 44
828,5	11 05 53,170	23 17	4 40	16 08	3 36	17 22
829,5	11 09 49,726	23 20	4 16	16 08	4 32	21 09
830,5	11 13 46,285	23 24	3 53	16 07	5 32	23 46
831,5	11 17 42,846	23 28	3 29	16 07	6 34	24 54
832,5	11 21 39,406	23 31	3 06	16 07	7 37	24 26
833,5	11 25 35,965	23 35	2 42	16 07	8 39	22 19
834,5	11 29 32,520	23 39	2 18	16 06	9 39	18 45
835,5	11 33 29,071	23 42	1 55	16 06	10 37	14 03
836,5	11 37 25,620	23 46	1 31	16 06	11 31	8 36
837,5	11 41 22,167	23 50	1 07	16 06	12 23	+ 2 47
838,5	11 45 18,714	23 53	0 44	16 05	13 13	— 3 02
839,5	11 49 15,262	23 57	— 0 20	16 05	14 02	8 34
840,5	11 53 11,813	0 01	+ 0 04	16 05	14 51	13 35
841,5	11 57 08,366	0 04	0 28	16 05	15 41	17 51
842,5	12 01 04,921	0 08	0 51	16 04	16 31	21 13
843,5	12 05 01,477	0 12	1 15	16 04	17 23	23 35
844,5	12 08 58,035	0 15	1 38	16 04	18 15	24 51
845,5	12 12 54,592	0 19	2 02	16 03	19 07	24 59
846,5	12 16 51,148	0 22	2 26	16 03	19 59	23 58
847,5	12 20 47,703	0 26	2 49	16 03	20 50	21 53
848,5	12 24 44,256	0 30	3 13	16 03	21 40	18 48
849,5	12 28 40,807	0 33	3 36	16 02	22 28	14 52
850,5	12 32 37,356	0 37	+ 3 59	16 02	23 16	—10 12

Hold: 14-én 10^h-kor földközélen
26-án 7^h-kor földtávolban

I. ÁPRILIS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(14)	91	5 24	11 49	18 13	5 37	17 35	● 1 21	
2	P		92	5 22	11 48	18 14	5 57	18 47		
3	Sz		93	5 20	11 48	18 16	6 17	20 02		
4	V		94	5 19	11 48	18 17	6 40	21 18		
5	H		95	5 17	11 48	18 18	7 07	22 35		
6	K	15	96	5 14	11 47	18 20	7 40	23 52	☾ 1 40	
7	Sz		97	5 12	11 47	18 21	8 23	—		
8	Cs		98	5 10	11 47	18 23	9 17	1 01		
9	P		99	5 08	11 46	18 24	10 23	2 01		
10	Sz		100	5 07	11 46	18 26	11 37	2 50		
11	V	16	101	5 05	11 46	18 27	12 56	3 28	○ 0 03	
12	H		102	5 03	11 46	18 28	14 13	3 57		
13	K		103	5 01	11 45	18 30	15 31	4 23		
14	Sz		104	4 59	11 45	18 31	16 47	4 44		
15	Cs		105	4 56	11 45	18 33	18 01	5 05		
16	P	17	106	4 54	11 44	18 34	19 14	5 25	☾ 22 07	
17	Sz		107	4 53	11 44	18 36	20 25	5 47		
18	V		108	4 51	11 44	18 37	21 36	6 11		
19	H		109	4 49	11 44	18 38	22 43	6 40		
20	K		110	4 47	11 44	18 39	23 45	7 14		
21	Sz	18	111	4 45	11 43	18 41	—	7 56	☾ 22 07	
22	Cs		112	4 43	11 43	18 43	0 39	8 45		
23	P		113	4 42	11 43	18 44	1 25	9 42		
24	Sz		114	4 40	11 43	18 45	2 03	10 45		
25	V		115	4 39	11 43	18 46	2 33	11 49		
26	H	18	116	4 37	11 42	18 48	2 59	12 56	☾ 22 07	
27	K		117	4 35	11 42	18 49	3 21	14 05		
28	Sz		118	4 33	11 42	18 51	3 41	15 15		
29	Cs		119	4 32	11 42	18 52	4 01	16 27		
30	P		120	4 30	11 42	18 53	4 20	17 41		

HÓNAP

0 ^b világidőkor							
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^b$ -nál)		NAP			HOLD	
			RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s		h m	° '	' "	h m	° '
...851,5	12 36 33,904		0 41	+ 4 22	16 02	0 03	— 5 01
852,5	12 40 30,451		0 44	4 46	16 01	0 51	+ 0 30
853,5	12 44 26,999		0 48	5 09	16 01	1 39	6 07
854,5	12 48 23,549		0 52	5 32	16 01	2 30	11 33
855,5	12 52 20,101		0 55	5 55	16 01	3 23	16 29
856,5	12 56 16,658		0 59	6 17	16 00	4 19	20 36
857,5	13 00 13,217		1 03	6 40	16 00	5 18	23 32
858,5	13 04 09,777		1 06	7 03	16 00	6 20	25 02
859,5	13 08 06,338		1 10	7 25	16 00	7 22	24 56
860,5	13 12 02,897		1 14	7 47	15 59	8 24	23 13
861,5	13 15 59,454		1 17	8 09	15 59	9 23	20 03
862,5	13 19 56,007		1 21	8 31	15 59	10 20	15 44
863,5	13 23 52,557		1 25	8 53	15 59	11 13	10 34
864,5	13 27 49,105		1 28	9 15	15 58	12 04	+ 4 55
865,5	13 31 45,653		1 32	9 37	15 58	12 54	— 0 53
866,5	13 35 42,202		1 36	9 58	15 58	13 43	6 34
867,5	13 39 38,752		1 39	10 19	15 57	14 32	11 51
868,5	13 43 35,305		1 43	10 40	15 57	15 22	16 29
869,5	13 47 31,861		1 47	11 01	15 57	16 13	20 16
870,5	13 51 28,418		1 50	11 22	15 57	17 04	23 04
871,5	13 55 24,977		1 54	11 43	15 56	17 57	24 46
872,5	13 59 21,536		1 58	12 03	15 56	18 50	25 17
873,5	14 03 18,091		2 02	12 23	15 56	19 42	24 39
874,5	14 07 14,652		2 05	12 43	15 56	20 33	22 55
875,5	14 11 11,207		2 09	13 03	15 55	21 23	20 10
876,5	14 15 07,760		2 13	13 22	15 55	22 12	16 31
877,5	14 19 04,311		2 17	13 42	15 55	22 59	12 06
878,5	14 23 00,861		2 21	14 01	15 55	23 46	7 05
879,5	14 26 57,410		2 24	14 20	15 54	0 33	— 1 38
880,5	14 30 53,959		2 28	+14 38	15 54	1 21	+ 4 03

Hold: 9-én 12^h-kor földközeli
23-án 2^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaldóben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(18)	121	4 29	11 42	18 55	4 42	18 58	● 12 56
2	V		122	4 27	11 42	18 56	5 07	20 18	
3	H	19	123	4 25	11 42	18 58	5 38	21 38	
4	K		124	4 23	11 42	18 59	6 18	22 53	
5	Sz		125	4 22	11 42	19 01	7 10	23 53	
6	Cs		126	4 20	11 42	19 02	8 13	—	
7	P		127	4 18	11 42	19 03	9 25	0 50	
8	Sz		128	4 17	11 41	19 04	10 43	1 31	☾ 7 20
9	V		129	4 16	11 41	19 06	12 01	2 02	
10	H	20	130	4 14	11 41	19 07	13 18	2 29	
11	K		131	4 13	11 41	19 09	14 33	2 50	
12	Sz		132	4 12	11 41	19 10	15 46	3 11	
13	Cs		133	4 11	11 41	19 12	16 58	3 30	
14	P		134	4 09	11 41	19 13	18 09	3 50	
15	Sz		135	4 08	11 41	19 14	19 20	4 13	○ 12 53
16	V		136	4 06	11 41	19 15	20 30	4 40	
17	H	21	137	4 05	11 41	19 16	21 33	5 11	
18	K		138	4 04	11 41	19 17	22 31	5 50	
19	Sz		139	4 03	11 41	19 19	23 21	6 36	
20	Cs		140	4 02	11 41	19 20	—	7 30	
21	P		141	4 01	11 41	19 21	0 01	8 31	
22	Sz		142	4 00	11 41	19 22	0 34	9 34	
23	V		143	3 59	11 41	19 23	1 02	10 40	☾ 15 41
24	H	22	144	3 58	11 42	19 24	1 24	11 47	
25	K		145	3 56	11 42	19 26	1 45	12 55	
26	Sz		146	3 55	11 42	19 27	2 04	14 05	
27	Cs		147	3 55	11 42	19 28	2 23	15 17	
28	P		148	3 54	11 42	19 29	2 43	16 33	
29	Sz		149	3 54	11 42	19 30	3 06	17 51	
30	V		150	3 53	11 42	19 30	3 35	19 13	● 22 13
31	H	23	151	3 52	11 42	19 31	4 11	20 33	

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
881,5	14 34 50,510	2 32	+ 14 57	15 54	2 12	+ 9 41
882,5	14 38 47,064	2 36	15 15	15 54	3 05	14 58
883,5	14 32 43,621	2 40	15 33	15 53	4 04	19 32
884,5	14 46 40,182	2 43	15 50	15 53	5 01	22 58
885,5	14 50 36,745	2 47	16 08	15 53	6 04	24 57
886,5	14 54 33,308	2 51	16 25	15 53	7 07	25 16
887,5	14 58 29,870	2 55	16 42	15 52	8 10	23 54
888,5	15 02 26,430	2 59	16 58	15 52	9 10	21 02
889,5	15 06 22,986	3 03	17 14	15 52	10 07	16 57
890,5	15 10 19,539	3 07	17 30	15 52	11 01	12 00
891,5	15 14 16,089	3 11	17 46	15 52	11 51	6 32
892,5	15 18 12,639	3 14	18 02	15 51	12 40	+ 0 49
893,5	15 22 09,190	3 18	18 17	15 51	13 28	- 4 51
894,5	15 26 05,742	3 22	18 31	15 51	14 17	10 13
895,5	15 30 02,296	3 26	18 46	15 51	15 05	15 03
896,5	15 33 58,853	3 30	19 00	15 51	15 55	19 09
897,5	15 37 55,413	3 34	19 14	15 50	16 47	22 19
898,5	15 41 51,973	3 38	19 27	15 50	17 39	24 25
899,5	15 45 48,534	3 42	19 40	15 50	18 32	25 21
900,5	15 49 45,095	3 46	19 53	15 50	19 25	25 06
901,5	15 53 41,655	3 50	20 06	15 50	20 17	23 43
902,5	15 57 38,213	3 54	20 18	15 49	21 07	21 17
903,5	16 01 34,769	3 58	20 30	15 49	21 56	17 56
904,5	16 05 31,324	4 02	20 41	15 49	22 43	13 49
905,5	16 09 27,876	4 06	20 52	15 49	23 29	9 04
906,5	16 13 24,427	4 10	21 03	15 49	0 15	- 3 49
907,5	16 17 20,978	4 14	21 13	15 49	1 02	+ 1 44
908,5	16 21 17,531	4 18	21 23	15 48	1 51	7 23
909,5	16 25 14,085	4 22	21 33	15 48	2 43	12 52
910,5	16 29 10,643	4 27	21 42	15 48	3 38	17 49
911,5	16 33 07,205	4 31	+ 21 51	15 48	4 37	+ 21 49

Hold: 5-én 2^h-kor földközeli
20-án 21^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napja	Év hányadik napja	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változása
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(23)	152	3 51	11 42	19 33	4 57	21 45	
2	Sz		153	3 50	11 42	19 34	5 58	22 44	
3	Cs		154	3 50	11 43	19 35	7 10	23 31	
4	P		155	3 49	11 43	19 35	8 29	—	
5	Sz		156	3 48	11 43	19 36	9 50	0 06	
6	V		157	3 48	11 43	19 37	11 07	0 34	☾ 13 12
7	H	24	158	3 47	11 43	19 38	12 23	0 56	
8	K		159	3 47	11 44	19 39	13 37	1 17	
9	Sz		160	3 47	11 44	19 40	14 47	1 37	
10	Cs		161	3 47	11 44	19 40	15 58	1 56	
11	P		162	3 47	11 44	19 40	17 08	2 18	
12	Sz		163	3 46	11 44	19 41	18 17	2 43	
13	V		164	3 46	11 44	19 41	19 23	3 11	
14	H	25	165	3 46	11 44	19 42	20 23	3 47	○ 3 00
15	K		166	3 46	11 45	19 42	21 16	4 30	
16	Sz		167	3 46	11 45	19 43	22 00	5 22	
17	Cs		168	3 46	11 45	19 43	22 37	6 19	
18	P		169	3 46	11 45	19 44	23 04	7 23	
19	Sz		170	3 46	11 45	19 44	23 28	8 28	
20	V		171	3 46	11 45	19 44	23 49	9 34	
21	H	26	172	3 46	11 46	19 45	—	10 40	
22	K		173	3 46	11 46	19 45	0 08	11 47	☾ 6 37
23	Sz		174	3 47	11 46	19 45	0 27	12 56	
24	Cs		175	3 47	11 47	19 45	0 46	14 09	
25	P		176	3 47	11 47	19 45	1 06	15 24	
26	Sz		177	3 48	11 47	19 45	1 32	16 43	
27	V		178	3 48	11 47	19 45	2 03	18 05	
28	H	27	179	3 49	11 47	19 45	2 45	19 21	
29	K		180	3 49	11 47	19 45	3 39	20 29	● 5 53
30	Sz		181	3 50	11 48	19 45	4 47	21 23	

Föld: nyár kezdete 21-én 15^h 56^m-kor

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián datum 2458...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	''	h m	° '
... 912,5	16 37 03,770	4 35	+22 00	15 48	5 41	+24 27
913,5	16 41 00,336	4 39	22 08	15 48	6 46	25 24
914,5	16 44 56,901	4 43	22 16	15 48	7 52	24 32
915,5	16 48 53,464	4 47	22 23	15 47	8 54	22 00
916,5	16 52 50,023	4 51	22 30	15 47	9 53	18 07
917,5	16 56 46,578	4 55	22 37	15 47	10 49	13 16
918,5	17 00 43,131	4 59	22 43	15 47	11 40	7 50
919,5	17 04 39,683	5 03	22 49	15 47	12 29	+ 2 10
920,5	17 08 36,235	5 08	22 54	15 47	13 17	- 3 30
921,5	17 12 32,788	5 12	22 59	15 47	14 05	8 54
922,5	17 16 29,344	5 16	23 03	15 47	14 53	13 50
923,5	17 20 25,902	5 20	23 08	15 47	15 42	18 06
924,5	17 24 22,462	5 24	23 11	15 46	16 32	21 31
925,5	17 28 19,023	5 28	23 15	15 46	17 24	23 55
926,5	17 32 15,586	5 32	23 18	15 46	18 17	25 11
927,5	17 36 12,148	5 37	23 20	15 46	19 10	25 17
928,5	17 40 08,709	5 41	23 22	15 46	20 02	24 13
929,5	17 44 05,269	5 45	23 24	15 46	20 52	22 05
930,5	17 48 01,827	5 49	23 25	15 46	21 41	19 07
931,5	17 51 58,383	5 53	23 26	15 46	22 28	15 08
932,5	17 55 54,937	5 57	23 27	15 46	23 14	10 37
933,5	17 59 51,489	6 02	23 27	15 46	24 00	5 37
934,5	18 03 48,041	6 06	23 26	15 46	0 45	- 0 16
935,5	18 07 44,594	6 10	23 25	15 46	1 32	+ 5 15
936,5	18 11 41,148	6 14	23 24	15 46	2 21	10 42
937,5	18 15 37,705	6 18	23 23	15 46	3 14	15 50
938,5	18 19 34,266	6 22	23 21	15 45	4 11	20 14
939,5	18 23 30,830	6 27	23 18	15 45	5 13	23 30
940,5	18 27 27,396	6 31	23 15	15 45	6 18	25 13
941,5	18 31 23,963	6 35	+23 12	15 45	7 25	+25 05

Hold: 1-én 19^h-kor földközélen
 17-én 11^h-kor földtávolban
 30-án 1^h-kor földközélen

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltózási
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(27)	182	3 50	11 48	19 45	6 06	22 04	☾ 20 37
2	P		183	3 51	11 48	19 45	7 30	22 36	
3	Sz		184	3 52	11 48	19 45	8 51	23 01	
4	V		185	3 52	11 48	19 45	10 14	23 23	
5	H		186	3 53	11 49	19 44	11 26	23 43	
6	K	28	187	3 53	11 49	19 44	12 38	—	
7	Sz		188	3 54	11 49	19 43	13 50	0 03	
8	Cs		189	3 55	11 49	19 43	14 59	0 23	
9	P		190	3 55	11 49	19 42	16 08	0 47	
10	Sz		191	3 56	11 49	19 41	17 15	1 14	
11	V	29	192	3 57	11 49	19 41	18 16	1 47	☉ 18 02
12	H		193	3 58	11 50	19 40	19 12	2 27	
13	K		194	3 59	11 50	19 39	19 58	3 16	
14	Sz		195	4 01	11 50	19 38	20 36	4 12	
15	Cs		196	4 02	11 50	19 37	21 07	5 13	
16	P	30	197	4 03	11 50	19 37	21 33	6 17	
17	Sz		198	4 03	11 50	19 36	21 54	7 13	
18	V		199	4 04	11 50	19 35	22 14	8 29	
19	H		200	4 05	11 50	19 34	22 32	9 37	
20	K		201	4 06	11 50	19 33	22 50	10 43	
21	Sz	31	202	4 08	11 50	19 32	23 09	11 52	☾ 18 54
22	Cs		203	4 09	11 50	19 31	23 31	13 04	
23	P		204	4 10	11 51	19 30	23 59	14 20	
24	Sz		205	4 11	11 51	19 29	—	15 38	
25	V		206	4 12	11 51	19 28	0 34	16 56	
26	H	31	207	4 13	11 51	19 27	1 21	18 03	● 12 45
27	K		208	4 14	11 51	19 26	2 21	19 03	
28	Sz		209	4 15	11 51	19 25	3 36	19 56	
29	Cs		210	4 17	11 51	19 23	4 59	20 33	
30	P		211	4 18	11 51	19 22	6 25	21 02	
31	Sz		212	4 20	11 50	19 21	7 48	21 25	

Föld: 3-án naptávolban

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	" "	h m	° ' "
942,5	18 35 20,528	6 39	+23 09	15 45	8 31	+23 06
943,5	18 39 17,089	6 43	23 05	15 45	9 34	19 32
944,5	18 43 13,646	6 47	23 00	15 45	10 32	14 47
945,5	18 47 10,200	6 51	22 55	15 45	11 26	9 20
946,5	18 51 06,752	6 55	22 50	15 45	12 17	+ 3 34
947,5	18 55 03,303	7 00	22 44	15 45	13 06	— 2 13
948,5	18 58 59,856	7 04	22 38	15 45	13 53	7 44
949,5	19 02 56,411	7 08	22 32	15 45	14 41	12 48
950,5	19 06 52,968	7 12	32 25	15 45	15 30	17 13
951,5	19 10 49,527	7 16	22 18	15 45	16 20	20 49
952,5	19 14 46,088	7 20	22 10	15 46	17 11	23 27
953,5	19 18 42,650	7 24	22 02	15 46	18 03	24 59
954,5	19 22 39,212	7 28	21 54	15 46	18 56	25 22
955,5	19 26 35,773	7 32	21 45	15 46	19 48	24 34
956,5	19 30 32,332	7 36	21 36	15 46	20 39	22 41
957,5	19 34 28,890	7 40	21 26	15 46	21 29	19 49
958,5	19 38 25,445	7 44	21 17	15 46	22 16	16 07
959,5	19 42 21,999	7 48	21 06	15 46	23 02	11 46
960,5	19 46 18,550	7 52	20 56	15 46	23 47	6 55
961,5	19 50 15,101	7 56	20 45	15 46	0 32	— 1 43
962,5	19 54 11,652	8 00	20 34	15 46	1 17	+ 3 40
963,5	19 58 08,205	8 04	20 22	15 46	2 04	9 01
964,5	20 02 04,759	8 08	20 10	15 46	2 54	14 09
965,5	20 06 01,317	8 12	19 58	15 46	3 48	18 44
966,5	20 09 57,879	8 16	19 45	15 46	4 47	22 24
967,5	20 13 54,443	8 20	19 32	15 46	5 49	24 44
968,5	20 17 51,008	8 24	19 19	15 46	6 55	25 24
969,5	20 21 47,572	8 28	19 05	15 47	8 02	24 11
970,5	20 25 44,133	8 32	18 52	15 47	9 07	21 11
971,5	20 29 40,691	8 36	18 37	15 47	10 08	16 45
972,5	20 33 37,244	8 40	+18 23	15 47	11 06	+11 00

Hold: 14-én 18^h-kor földtávolban
28-án 10^h-kor földközélen

1. AUGUSZTUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÜZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	V	(31)	213	4 21	11 50	19 20	9 08	21 47	
2	H	32	214	4 22	11 50	19 18	10 24	22 06	
3	K		215	4 23	11 50	19 16	11 38	22 27	
4	Sz		216	4 24	11 50	19 15	12 49	22 50	☾ 6 48
5	Cs		217	4 25	11 50	19 13	14 00	23 17	
6	P		218	4 27	11 50	19 12	15 07	23 47	
7	Sz		219	4 29	11 50	19 11	16 11	—	
8	V		220	4 30	11 50	19 09	17 08	0 25	
9	H	33	221	4 31	11 49	19 07	17 57	1 12	
10	K		222	4 32	11 49	19 05	18 37	2 06	
11	Sz		223	4 33	11 49	19 04	19 10	3 06	
12	Cs		224	4 35	11 49	19 02	19 37	4 10	☉ 9 23
13	P		225	4 36	11 49	19 00	19 59	5 16	
14	Sz		226	4 38	11 48	18 58	20 19	6 22	
15	V		227	4 39	11 48	18 57	20 38	7 29	
16	H	34	228	4 40	11 48	18 56	20 56	8 35	
17	K		229	4 41	11 48	18 54	21 14	9 43	
18	Sz		230	4 43	11 48	18 52	21 34	10 53	
19	Cs		231	4 44	11 47	18 50	21 58	12 05	
20	P		232	4 46	11 47	18 48	22 29	13 20	☾ 4 51
21	Sz		233	4 47	11 47	18 47	23 09	14 36	
22	V		234	4 48	11 47	18 45	—	15 49	
23	H	35	235	4 49	11 46	18 43	0 02	16 53	
24	K		236	4 51	11 46	18 41	1 09	17 45	
25	Sz		237	4 52	11 46	18 39	2 27	18 27	
26	Cs		238	4 54	11 45	18 37	3 52	18 58	● 19 51
27	P		239	4 55	11 45	18 36	5 18	19 25	
28	Sz		240	4 56	11 45	18 34	6 41	19 48	
29	V		241	4 57	11 45	18 32	8 01	20 08	
30	H	36	242	4 59	11 45	18 30	9 18	20 29	
31	K		243	5 00	11 44	18 28	10 34	20 52	

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	s	°	h m	s
... 973,5	20 37 33,795	8 44	+ 18 08	15 47	11 59	+ 5 26
974,5	20 41 30,345	8 48	17 53	15 47	12 50	— 0 34
975,5	20 45 26,896	8 52	17 37	15 47	13 40	6 21
976,5	20 49 23,448	8 55	17 22	15 47	14 28	11 41
977,5	20 53 20,003	8 59	17 06	15 48	15 17	16 20
978,5	20 57 16,560	9 03	16 50	15 48	16 07	20 10
979,5	21 01 13,118	9 07	16 33	15 48	16 58	23 02
980,5	21 05 09,678	9 11	16 16	15 48	17 50	24 49
981,5	21 09 06,238	9 15	15 59	15 48	18 43	25 27
982,5	21 13 02,797	9 18	15 42	15 48	19 35	24 55
983,5	21 16 59,355	9 22	15 24	15 48	20 27	23 15
984,5	21 20 55,911	9 26	15 06	15 49	21 17	20 35
985,5	21 24 52,465	9 30	14 48	15 49	22 05	17 02
986,5	21 28 49,017	9 34	14 30	15 49	22 51	12 46
987,5	21 32 45,567	9 37	14 12	15 49	23 36	7 58
988,5	21 36 42,116	9 41	13 53	15 49	0 21	— 2 49
989,5	21 40 38,664	9 45	13 34	15 49	1 05	+ 2 31
990,5	21 44 35,214	9 48	13 15	15 50	1 51	7 52
991,5	21 48 31,766	9 52	12 55	15 50	2 40	12 59
992,5	21 52 28,320	9 56	12 36	15 50	3 31	17 38
993,5	21 56 24,878	10 00	12 16	15 50	4 26	21 31
994,5	22 00 21,438	10 03	11 56	15 50	5 26	24 15
995,5	22 04 18,001	10 07	11 36	15 51	6 29	25 30
996,5	22 08 14,563	10 11	11 15	15 51	7 34	25 01
997,5	22 12 11,123	10 14	10 55	15 51	8 39	22 45
998,5	22 16 07,680	10 18	10 34	15 51	9 42	18 52
999,5	22 20 04,233	10 22	10 13	15 51	10 41	13 45
2439000,5	22 24 00,782	10 25	9 52	15 52	11 37	7 53
... 001,5	22 27 57,330	10 29	9 31	15 52	12 30	+ 1 41
002,5	22 31 53,878	10 33	9 10	15 52	13 21	— 4 25
003,5	22 35 50,428	10 36	+ 8 48	15 52	14 11	—10 07

Hold: 10-én 21^h-kor földtávolban
25-én 20^h-kor földközelen

I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÜZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(36)	244	5 02	11 44	18 26	11 46	21 17	☾ 20 28
2	Cs		245	5 03	11 44	18 24	12 56	21 46	
3	P		246	5 04	11 43	18 22	14 03	22 23	
4	Sz		247	5 05	11 43	18 20	15 03	23 06	
5	V		248	5 07	11 43	18 18	15 55	23 58	
6	Π	37	249	5 08	11 42	18 16	16 38	—	
7	K		250	5 10	11 42	18 13	17 13	0 56	
8	Sz		251	5 11	11 42	18 11	17 42	2 00	
9	Cs		252	5 13	11 41	18 10	18 06	3 06	
10	P		253	5 14	11 41	18 08	18 26	4 12	
11	Sz	38	254	5 15	11 41	18 06	18 44	5 19	◯ 0 32
12	V		255	5 16	11 40	18 04	19 02	6 26	
13	H		256	5 18	11 40	18 02	19 20	7 35	
14	K		257	5 19	11 40	17 59	19 39	8 45	
15	Sz		258	5 21	11 39	17 58	20 02	9 56	
16	Cs		259	5 22	11 39	17 56	20 30	11 11	☾ 12 59
17	P		260	5 23	11 38	17 54	21 06	12 25	
18	Sz		261	5 24	11 38	17 51	21 52	13 42	
19	V		262	5 26	11 37	17 49	22 51	14 44	
20	H		263	5 27	11 37	17 47	—	15 39	
21	K	39	264	5 29	11 37	17 45	0 04	16 23	
22	Sz		265	5 30	11 36	17 43	1 24	16 57	
23	Cs		266	5 31	11 36	17 41	2 48	17 25	
24	P		267	5 32	11 36	17 39	4 11	17 48	
25	Sz		268	5 34	11 35	17 37	5 33	18 09	
26	V	40	269	5 35	11 35	17 35	6 52	18 30	● 4 18
27	H		270	5 37	11 35	17 33	8 09	18 52	
28	K		271	5 38	11 35	17 31	9 26	19 15	
29	Sz		272	5 39	11 34	17 29	10 40	19 44	
30	Cs		273	5 40	11 34	17 27	11 50	20 18	

Föld: ősz kezdete 23-án 7h 06m-kor

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián datum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	" "	h m	° ' "
...004,5	22 39 46,980	10 40	+ 8 27	15 52	15 01	-15 10
005,5	22 43 43,535	10 44	8 05	15 53	15 52	19 22
006,5	22 47 40,091	10 47	7 43	15 53	16 44	22 34
007,5	22 51 36,649	10 51	7 21	15 53	17 36	24 40
008,5	22 55 33,207	10 54	6 59	15 53	18 29	25 36
009,5	22 59 29,765	10 58	6 36	15 54	19 22	25 20
010,5	23 03 26,321	11 02	6 14	15 54	20 13	23 56
011,5	23 07 22,876	11 05	5 52	15 54	21 04	21 28
012,5	23 11 19,428	11 09	5 29	15 54	21 52	18 05
013,5	23 15 15,979	11 12	5 06	15 55	22 39	13 55
014,5	23 19 12,527	11 16	4 44	15 55	23 25	9 10
015,5	23 23 09,075	11 20	4 21	15 55	0 10	- 4 00
016,5	23 27 05,622	11 23	3 58	15 55	0 55	+ 1 24
017,5	23 31 02,170	11 27	3 35	15 56	1 40	6 50
018,5	23 34 58,719	11 30	3 12	15 56	2 28	12 04
019,5	23 38 55,272	11 34	2 49	15 56	3 18	16 51
020,5	23 42 51,827	11 38	2 26	15 56	4 12	20 54
021,5	23 46 48,385	11 41	2 03	15 57	5 10	23 54
022,5	23 50 44,945	11 45	1 39	15 57	6 10	25 33
023,5	23 54 41,506	11 48	1 16	15 57	7 13	25 35
024,5	23 58 38,065	11 52	0 53	15 57	8 16	23 56
025,5	0 02 34,622	11 55	0 29	15 58	9 18	20 40
026,5	0 06 31,175	11 59	+ 0 06	15 58	10 17	16 03
027,5	0 10 27,725	12 03	- 0 17	15 58	11 13	10 28
028,5	0 14 24,272	12 06	0 41	15 58	12 07	+ 4 20
029,5	0 18 20,819	12 10	1 04	15 59	12 59	- 1 56
030,5	0 22 17,367	12 13	1 28	15 59	13 50	7 58
031,5	0 26 13,918	12 17	1 51	15 59	14 41	13 27
032,5	0 30 10,471	12 21	2 14	16 00	15 33	18 08
033,5	0 34 07,026	12 24	- 2 38	16 00	16 25	-21 49





Hold: 7-én 5^h-kor földtávolban
22-én 24^h-kor földközélen

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	(40)	274	5 42	11 34	17 25	12 54	20 59	☾ 13 38
2	Sz		275	5 43	11 33	17 23	13 50	21 48	
3	V		276	5 44	11 33	17 20	14 37	22 45	
4	H		277	5 45	11 33	17 18	15 15	23 47	
5	K		278	5 47	11 32	17 17	15 45	—	
6	Sz	41	279	5 48	11 32	17 15	16 10	0 52	☉ 15 14
7	Cs		280	5 49	11 32	17 13	16 31	1 59	
8	P		281	5 51	11 32	17 11	16 50	3 06	
9	Sz		282	5 53	11 31	17 09	17 08	4 14	
10	V		283	5 55	11 31	17 07	17 26	5 23	
11	H	42	284	5 56	11 31	17 05	17 45	6 33	
12	K		285	5 57	11 30	17 03	18 06	7 46	
13	Sz		286	5 59	11 30	17 01	18 32	9 00	
14	Cs		287	6 00	11 30	16 59	19 05	10 16	
15	P		288	6 02	11 30	16 57	19 47	11 31	
16	Sz	43	289	6 03	11 30	16 55	20 43	12 38	☾ 20 00
17	V		290	6 05	11 29	16 54	21 50	13 36	
18	H		291	6 06	11 29	16 52	23 06	14 23	
19	K		292	6 07	11 29	16 50	—	14 59	
20	Sz		293	6 09	11 29	16 48	0 27	15 27	
21	Cs	44	294	6 10	11 29	16 46	1 49	15 51	● 15 12
22	P		295	6 12	11 29	16 46	3 08	16 12	
23	Sz		296	6 14	11 28	16 42	4 27	16 32	
24	V		297	6 15	11 28	16 41	5 45	16 53	
25	H		298	6 16	11 28	16 39	7 01	17 15	
26	K		299	6 18	11 28	16 38	8 07	17 41	
27	Sz		300	6 19	11 28	16 36	9 30	18 12	
28	Cs		301	6 21	11 28	16 34	10 39	18 50	
29	P		302	6 23	11 28	16 32	11 40	19 37	
30	Sz		303	6 24	11 28	16 31	12 32	20 32	
31	V		304	6 25	11 28	16 30	13 14	21 36	

HÓNAP

0h világidőkor						
Julian datum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m			h m	
034,5	0 38 03,583	12 28	— 3 01	16 00	17 19	—24 21
035,5	0 42 00,142	12 32	3 24	16 00	18 12	25 41
036,5	0 45 56,699	12 35	3 48	16 01	19 06	25 47
037,5	0 49 53,256	12 39	4 11	16 01	19 58	24 41
038,5	0 53 49,811	12 42	4 34	16 01	20 49	22 30
039,5	0 57 46,365	12 46	4 57	16 02	21 38	19 21
040,5	1 01 42,916	12 50	5 20	16 02	22 25	15 22
041,5	1 05 39,465	12 53	5 43	16 02	23 11	10 44
042,5	1 09 36,013	12 57	6 06	16 02	23 56	5 35
043,5	1 13 32,560	13 01	6 29	16 03	0 42	— 0 09
044,5	1 17 29,108	13 04	6 51	16 03	1 28	+ 5 25
045,5	1 21 25,657	13 08	7 14	16 03	2 15	10 51
046,5	1 25 22,210	13 12	7 37	16 03	3 06	15 53
047,5	1 29 18,765	13 15	7 59	16 04	3 59	20 14
048,5	1 33 15,323	13 19	8 21	16 04	4 56	23 33
049,5	1 37 11,884	13 23	8 44	16 04	5 56	25 32
050,5	1 41 08,445	13 27	9 06	16 05	6 58	25 57
051,5	1 45 05,005	13 30	9 28	16 05	8 00	24 43
052,5	1 49 01,563	13 34	9 49	16 05	9 01	21 55
053,5	1 52 58,118	13 38	10 11	16 05	9 59	17 45
054,5	1 56 54,670	13 42	10 33	16 06	10 54	12 34
055,5	2 00 51,219	13 45	10 54	16 06	11 47	6 42
056,5	2 04 47,767	13 49	11 15	16 06	12 39	+ 0 31
057,5	2 08 44,316	13 53	11 36	16 06	13 29	— 5 37
058,5	2 12 40,867	13 57	11 57	16 07	14 20	11 22
059,5	2 16 37,421	14 01	12 18	16 07	15 12	16 28
060,5	2 20 33,977	14 05	12 38	16 07	16 05	20 38
061,5	2 24 30,536	14 08	12 59	16 07	16 58	23 42
062,5	2 28 27,095	14 12	13 19	16 08	17 53	25 31
063,5	2 32 23,655	14 16	13 39	16 08	18 47	26 04
064,5	2 36 20,214	14 20	—13 58	16 08	19 41	—25 22

Hold: 4-én 21^h-kor földtávolban
20-án 12^h-kor földközéiben

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben							A HOLD fény-változásai
				Budapesten							
				A NAP			A HOLD				
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik			
				h m	h m	h m	h m	h m	h m		
1	H	45	305	6 27	11 28	16 28	13 46	22 37		9 26	
2	K		306	6 28	11 28	16 26	14 14	23 43			
3	Sz		307	6 30	11 28	16 24	14 36	—			
4	Cs		308	6 32	11 28	16 23	14 55	0 50			
5	P		309	6 33	11 28	16 21	15 13	1 57			
6	Sz		310	6 35	11 28	16 20	15 30	3 05			
7	V		311	6 36	11 28	16 19	15 49	4 15			
8	H	46	312	6 37	11 28	16 18	16 09	5 27			
9	K		313	6 39	11 28	16 16	16 33	6 43		5 16	
10	Sz		314	6 41	11 28	16 15	17 03	8 00			
11	Cs		315	6 42	11 28	16 13	17 44	9 18			
12	P		316	6 44	11 28	16 12	18 36	10 31			
13	Sz		317	6 45	11 28	16 11	19 41	11 34			
14	V		318	6 46	11 28	16 10	20 55	12 23			
15	H	47	319	6 47	11 29	16 09	22 14	13 02			
16	K		320	6 49	11 29	16 08	23 35	13 32		2 54	
17	Sz		321	6 51	11 29	16 06	—	13 57			
18	Cs		322	6 53	11 29	16 05	0 53	14 17			
19	P		323	6 54	11 30	16 05	2 10	14 37			
20	Sz		324	6 56	11 30	16 04	3 26	14 57			
21	V		325	6 57	11 30	16 03	4 42	15 13			
22	H	48	326	6 58	11 30	16 02	5 57	15 41			
23	K		327	6 59	11 30	16 01	7 11	16 10		5 10	
24	Sz		328	7 01	11 31	16 00	8 22	16 45			
25	Cs		329	7 03	11 31	15 59	9 28	17 28			
26	P		330	7 04	11 31	15 58	10 24	18 19			
27	Sz		331	7 05	11 32	15 58	11 10	19 18			
28	V		332	7 07	11 32	15 57	11 47	20 22			
29	H	49	333	7 08	11 32	15 57	12 16	21 28			
30	K		334	7 09	11 33	15 56	12 39	22 34			

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Julian datum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...065,5	2 40 16,772	14 24	—14 18	16 09	20 32	—23 31
066,5	2 44 13,328	14 28	14 37	16 09	21 22	20 39
067,5	2 48 09,882	14 32	14 56	16 09	22 09	16 56
068,5	2 52 06,434	14 36	15 15	16 09	22 55	12 31
069,5	2 56 02,984	14 40	15 33	16 10	23 41	7 32
070,5	2 59 59,534	14 44	15 51	16 10	0 26	— 2 09
071,5	3 03 56,083	14 48	16 09	16 10	1 11	+ 3 26
072,5	3 07 52,634	14 52	16 27	16 10	1 59	9 01
073,5	3 11 59,188	14 56	16 44	16 10	2 49	14 20
074,5	3 15 45,745	15 00	17 01	16 11	3 43	19 03
075,5	3 19 42,305	15 04	17 18	16 11	4 40	22 49
076,5	3 23 38,868	15 08	17 35	16 11	5 41	25 15
077,5	3 27 35,432	15 12	17 51	16 11	6 43	26 07
078,5	3 31 31,995	15 16	18 07	16 12	7 46	25 16
079,5	3 35 28,556	15 20	18 23	16 12	8 48	22 47
080,5	3 39 25,115	15 24	18 38	16 12	9 46	18 56
081,5	3 43 21,670	15 28	18 53	16 12	10 41	14 01
082,5	3 47 18,222	15 32	19 08	16 12	11 33	8 24
083,5	3 51 14,773	15 37	19 22	16 13	12 24	+ 2 24
084,5	3 55 11,324	15 41	19 36	16 13	13 13	3 38
085,5	3 59 07,876	15 45	19 49	16 13	14 03	9 27
086,5	4 03 04,431	15 49	20 03	16 13	14 53	14 44
087,5	4 07 00,989	15 53	20 15	16 13	15 45	19 15
088,5	4 10 57,550	15 58	20 28	16 14	16 39	22 44
089,5	4 14 54,111	16 02	20 40	16 14	17 33	25 03
090,5	4 18 50,674	16 06	20 52	16 14	18 28	26 04
091,5	4 22 47,236	16 10	21 03	16 14	19 22	25 48
092,5	4 26 43,797	16 15	21 14	16 14	20 15	24 20
093,5	4 30 40,356	16 19	21 25	16 14	21 05	21 47
094,5	4 34 36,914	16 23	—21 35	16 15	21 53	—18 21

Hold: 1-én 16^h-kor földtávolban
 14-én 9^h-kor földközélen
 29-én 13^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaldőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(49)	335	7 10	11 33	15 56	12 59	23 40	☾ 6 25
2	Cs		336	7 11	11 34	15 55	13 18	—	
3	P		337	7 13	11 34	15 55	13 35	0 47	
4	Sz		338	7 14	11 34	15 54	13 52	1 53	
5	V		339	7 15	11 35	15 54	14 11	3 04	
6	H	50	340	7 16	11 35	15 53	14 33	4 18	
7	K		341	7 18	11 36	15 53	15 01	5 35	
8	Sz		342	7 19	11 36	15 53	15 36	6 54	☉ 18 22
9	Cs		343	7 20	11 37	15 53	16 24	8 12	
10	P		344	7 21	11 37	15 53	17 26	9 21	
11	Sz		345	7 22	11 38	15 53	18 40	10 19	
12	V		346	7 22	11 38	15 53	20 00	11 02	
13	H	51	347	7 23	11 38	15 53	21 23	11 36	
14	K		348	7 24	11 39	15 53	22 33	12 02	
15	Sz		349	7 25	11 39	15 53	—	12 24	☾ 10 52
16	Cs		350	7 25	11 40	15 53	0 00	12 44	
17	P		351	7 26	11 41	15 54	1 16	13 03	
18	Sz		352	7 27	11 41	15 54	2 30	13 22	
19	V		353	7 28	11 41	15 54	3 33	13 45	
20	H	52	354	7 28	11 42	15 55	4 57	14 11	
21	K		355	7 29	11 42	15 55	6 08	14 43	
22	Sz		356	7 30	11 42	15 56	7 15	15 22	● 22 03
23	Cs		357	7 30	11 43	15 56	8 14	16 10	
24	P		358	7 30	11 44	15 57	9 04	17 07	
25	Sz		359	7 31	11 45	15 58	9 34	18 09	
26	V		360	7 31	11 45	15 58	10 17	19 14	
27	H	53	361	7 31	11 45	15 58	10 42	20 21	
28	K		362	7 31	11 46	15 59	11 03	21 26	
29	Sz		363	7 32	11 46	16 00	11 22	22 31	
30	Cs		364	7 32	11 47	16 01	11 39	23 37	
31	P		365	7 32	11 47	16 02	11 55	—	☾ 2 47

Föld: tél kezdete 22-én 2^h 41^m-kor

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julian dátum 2439...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	Játszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "		h m	° ' "
... 095,5	4 38 33,468	16 27	—21 44	16 15	22 40	—14 10
096,5	4 42 30,022	16 32	21 54	16 15	23 24	9 25
097,5	4 46 26,574	16 36	22 03	16 15	0 09	— 4 15
098,5	4 50 23,126	16 40	22 11	16 15	0 53	+ 1 13
099,5	4 54 19,678	16 45	22 19	16 15	1 40	6 46
100,5	4 58 16,233	16 49	22 27	16 16	2 28	12 12
101,5	5 02 12,791	16 53	22 34	16 16	3 21	17 14
102,5	5 06 09,352	16 58	22 41	16 16	4 17	21 28
103,5	5 10 05,917	17 02	22 47	16 16	5 18	24 31
104,5	5 14 02,483	17 07	22 53	16 16	6 22	26 00
105,5	5 17 59,050	17 11	22 58	16 16	7 27	25 42
106,5	5 21 55,614	17 15	23 03	16 16	8 31	23 37
107,5	5 25 52,176	17 20	23 07	16 16	9 32	20 00
108,5	5 29 48,733	17 24	23 11	16 16	10 29	15 13
109,5	5 33 45,288	17 29	23 15	16 17	11 22	9 41
110,5	5 37 41,841	17 33	23 18	16 17	12 13	+ 3 45
111,5	5 41 38,393	17 37	23 21	16 17	13 02	— 2 15
112,5	5 45 34,947	17 42	23 23	16 17	13 50	8 03
113,5	5 49 31,503	17 46	23 24	16 17	14 40	13 24
114,5	5 53 28,061	17 51	23 26	16 17	15 30	18 03
115,5	5 57 24,622	17 55	23 26	16 17	16 22	21 48
116,5	6 01 21,185	18 00	23 27	16 17	17 16	24 27
117,5	6 05 17,748	18 04	23 26	16 17	18 10	25 52
118,5	6 09 14,312	18 09	23 26	16 17	19 05	25 59
119,5	6 13 10,874	18 13	23 25	16 17	19 58	24 52
120,5	6 17 07,435	18 18	23 23	16 17	20 49	22 38
121,5	6 21 03,994	18 22	23 21	16 17	21 38	19 27
122,5	6 25 00,550	18 26	23 18	16 17	22 25	15 30
123,5	6 28 57,104	18 31	23 15	16 17	23 10	10 56
124,5	6 32 53,657	18 35	23 12	16 17	23 54	5 57
125,5	6 36 50,210	18 40	—23 08	16 17	0 37	— 0 40

Hold: 11-én 7^h-kor földközélen
27-én 8^h-kor földtávolban

II. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
I. 1	+ 2,1	-3,1	248,2	VII. 5	-1,0	+3,3	326,4
6	- 0,3	3,6	182,3	10	+1,3	3,9	260,3
11	2,7	4,2	116,5	15	3,5	4,4	194,1
16	5,1	4,7	50,7	20	5,7	4,8	127,9
21	7,4	5,2	344,8	25	7,9	5,3	61,8
26	9,6	5,6	279,0	30	10,0	5,7	335,7
31	11,8	6,0	213,2	VIII. 4	12,0	6,0	289,5
II. 5	13,8	6,3	147,3	9	13,8	6,3	223,4
10	15,7	6,6	81,5	14	15,6	6,6	157,3
15	17,4	6,9	15,7	19	17,3	6,8	91,2
20	19,0	7,0	309,8	24	18,9	7,0	25,2
25	20,5	7,2	244,0	29	20,3	7,1	319,1
III. 2	21,8	7,2	178,1	IX. 3	21,6	7,2	253,0
7	23,0	7,3	112,2	8	22,7	7,3	187,0
12	24,0	7,2	46,3	13	23,7	7,2	121,0
17	24,8	7,1	340,4	18	24,6	7,2	55,0
22	25,4	7,0	274,5	23	25,3	7,2	349,0
27	25,9	6,8	208,6	28	25,8	6,8	283,0
IV. 1	26,2	6,5	142,6	X. 3	26,2	6,6	217,0
6	26,4	6,2	76,7	8	26,3	6,3	151,0
11	26,3	5,9	10,7	13	26,3	6,0	85,1
16	26,1	5,5	304,6	18	26,1	5,6	19,1
21	25,6	5,1	238,6	23	25,8	5,2	313,2
26	25,0	4,6	172,6	28	25,2	4,7	247,2
V. 1	24,2	4,1	106,5	XI. 2	24,4	4,3	181,3
6	23,3	3,6	40,4	7	23,5	3,7	115,4
11	22,1	3,1	334,3	12	22,3	3,2	49,5
16	20,8	2,5	268,2	17	20,9	2,6	343,6
21	19,3	1,9	202,0	22	19,4	2,0	277,6
26	17,7	1,4	135,9	27	17,7	1,4	211,7
31	15,9	0,8	69,7	XII. 2	15,8	0,7	145,9
VI. 5	14,0	-0,2	3,5	7	13,8	+0,1	80,0
10	12,0	+0,5	297,4	12	11,6	-0,6	14,1
15	9,9	1,1	231,2	17	9,4	1,2	308,2
20	7,7	1,7	165,0	22	7,1	1,8	242,3
25	5,5	2,2	98,8	27	4,7	2,4	176,4
30	- 3,2	+2,8	32,6	I. 1	+2,2	-3,0	110,6

III. Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m)

(Csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)

Dátum	Merkur r m	Venusz r m	Marsz r m	Jupiter r m	Szaturnusz r m
I. 1 16	0,86 +0,2 1,15 -0,1	1,49 -3,4 1,55 -3,3	1,09 +0,5 0,95 +0,2	4,37 -2,2 4,58 -2,1	10,34 +1,1 10,51 +1,1
II. 1 16	1,33 -0,3 1,39 -0,7	1,61 -3,3 1,65 -3,3	0,82 -0,2 0,73 -0,7	4,84 -2,0 5,08 -1,9	10,64 10,71
III. 1 16	1,34 -1,3 1,06 -0,7	1,68 -3,4 1,70 -3,4	0,68 -0,9 0,67 -1,0	5,28 -1,8 5,50 -1,7	10,72 10,68
IV. 1 16	0,67 +2,0 0,59 +2,0	1,72 -3,5 1,73 -3,5	0,71 -0,7 0,79 -0,4	5,70 -1,6 5,85 -1,6	10,58 +1,3 10,43 +1,3
V. 1 16	0,75 +1,0 0,99 +0,2	1,72 -3,5 1,70 -3,4	0,89 0,0 1,00 +0,3	5,97 -1,5 6,04 -1,5	10,24 +1,3 10,02 +1,3
VI. 1 16	1,24 -0,9 1,31 -1,6	1,67 -3,4 1,62 -3,3	1,12 +0,6 1,24 +0,8	6,07 -1,5 6,05 -1,5	9,76 +1,3 9,52 +1,3
VII. 1 16	1,13 -0,3 0,90 +0,6	1,57 -3,3 1,50 -3,3	1,35 +0,9 1,45 +1,1	5,98 -1,5 5,88 -1,6	9,27 +1,2 9,06 +1,1
VIII. 1 16	0,68 +1,3 0,61 +2,7	1,41 -3,4 1,32 -3,4	1,56 +1,2 1,65 +1,2	5,72 -1,6 5,54 -1,7	8,87 +1,0 8,74 +0,9
IX. 1 16	0,87 +0,2 1,27 -1,2	1,22 -3,5 1,12 -3,5	1,73 +1,3 1,81 +1,3	5,32 -1,8 5,10 -1,9	8,67 +0,8 8,68 +0,8
X. 1 16	1,41 -1,1 1,38 -0,4	1,01 -3,6 0,90 -3,8	1,88 +1,4 1,94 +1,4	4,87 -2,0 4,65 -2,0	8,76 +0,8 8,89 +0,9
XI. 1 16	1,23 -0,2 0,96 0,0	0,78 -3,9 0,67 -4,1	2,00 +1,4 2,05 +1,4	4,44 -2,1 4,28 -2,2	9,09 +1,0 9,32 +1,1
XII. 1 16	0,68 +2,3 0,88 +0,1	0,55 -4,2 0,45 -4,4	2,10 +1,4 2,14 +1,4	4,17 -2,3 4,13 -2,3	9,56 +1,1 9,81 +1,2

IIIa. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VENUSZ			MARSZ		
	RA	D	látászó su- gara	RA	D	látászó su- gara	RA	D	látászó su- gara
	h m	° '	''	h m	° '	''	h m	° '	''
I. 1	17 14	−20 18	3,87	16 59	−21 45	5,64	11 42	+ 5 03	4,31
6	17 28	21 11	3,45	17 26	22 28	5,56	11 47	4 39	4,50
11	17 49	22 08	3,14	17 53	22 55	5,49	11 51	4 20	4,70
16	18 15	22 51	2,91	18 20	23 04	5,42	11 54	4 07	4,92
21	18 45	23 11	2,74	18 47	22 55	5,36	11 57	4 00	5,15
26	19 16	23 04	2,61	19 14	22 29	5,30	11 58	4 00	5,38
31	19 48	22 25	2,52	19 41	21 46	5,25	11 58	4 06	5,63
II. 5	20 21	21 14	2,46	20 08	20 46	5,20	11 58	4 20	5,88
10	20 55	19 28	2,42	20 34	19 31	5,15	11 56	4 41	6,12
15	21 28	17 07	2,40	20 59	18 02	5,11	11 52	5 09	6,35
20	22 03	14 11	2,40	21 24	16 20	5,07	11 48	5 42	6,57
25	22 37	10 40	2,44	21 49	14 26	5,04	11 42	6 21	6,75
III. 1	23 05	7 28	2,50	22 09	12 48	5,01	11 37	6 55	6,86
6	23 40	− 3 05	2,62	22 32	10 38	4,98	11 30	7 38	6,96
11	0 13	+ 1 29	2,83	22 56	8 20	4,96	11 23	8 21	7,00
16	0 42	5 48	3,08	23 19	5 57	4,93	11 15	9 01	6,98
21	1 05	9 18	3,62	23 42	3 30	4,91	11 08	19 36	6,91
26	1 18	11 30	4,21	0 05	− 1 01	4,90	11 02	20 05	6,79
31	1 21	12 06	4,86	0 28	+ 1 30	4,89	10 56	10 27	6,63
IV. 5	1 13	11 02	5,43	0 50	4 00	4,88	10 52	10 42	6,44
10	1 01	8 47	5,74	1 13	6 27	4,87	10 48	10 48	6,22
15	0 50	6 13	5,71	1 36	8 52	4,87	10 46	10 46	6,00
20	0 45	4 13	5,41	2 00	11 11	4,87	10 45	10 38	5,77
25	0 47	3 14	4,99	2 23	13 24	4,88	10 45	10 23	5,55
30	0 56	3 18	4,55	2 47	15 28	4,88	10 47	10 01	5,33
V. 5	1 11	4 18	4,14	3 12	17 23	4,90	10 49	9 34	5,12
10	1 30	6 03	3,77	3 37	19 07	4,91	10 53	9 02	4,92
15	1 53	8 23	3,45	4 02	20 38	4,94	10 57	8 25	4,73
20	2 20	11 10	3,17	4 28	21 55	4,96	11 02	7 44	4,55
25	2 51	14 14	2,94	4 54	22 57	4,99	11 07	7 00	4,39
30	3 27	17 26	2,75	5 21	23 42	5,03	11 13	6 11	4,23
VI. 5	4 16	21 01	2,59	5 53	24 13	5,07	11 22	5 09	4,06
10	5 02	23 22	2,53	6 20	24 20	5,12	11 29	4 13	3,93
15	5 50	24 45	2,54	6 46	24 09	5,17	11 37	3 15	3,81
20	6 36	24 58	2,61	7 13	23 40	5,23	11 45	2 15	3,70
25	7 20	24 08	2,74	7 39	22 53	5,29	11 53	1 12	3,59
30	7 59	+22 30	2,91	8 05	+21 50	5,36	12 02	+ 0 07	3,49

és látászólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER					SZATURNUSZ					URÁNUSZ				
	RA		D		látászó su- gara	RA		D		látászó su- gara	RA		D		látászó su- gara
	h	m	°	'		h	m	°	'		h	m	°	'	
I. 1	2	56	+15	42	21,03	22	16	-12	30	7,21	11	05	+6	43	1,92
6	2	56	15	41	20,71	22	17	12	20	7,17	11	05	6	45	1,93
11	2	56	15	42	20,38	22	19	12	09	7,13	11	05	6	47	1,94
16	2	56	15	44	20,05	22	21	11	57	7,10	11	04	6	50	1,94
21	2	56	15	48	19,72	22	23	11	45	7,06	11	04	6	53	1,95
26	2	57	15	53	19,39	22	25	11	33	7,04	11	03	6	57	1,96
31	2	58	16	00	19,07	22	28	11	21	7,01	11	03	7	01	1,96
II. 5	3	00	16	07	18,75	22	30	11	08	6,99	11	02	7	05	1,97
10	3	02	16	16	18,45	22	32	10	55	6,98	11	01	7	09	1,97
15	3	04	16	26	18,16	22	34	10	42	6,97	11	01	7	14	1,98
20	3	06	16	37	17,88	22	37	10	28	6,96	11	00	7	19	1,98
25	3	09	16	49	17,61	22	39	10	15	6,95	10	59	7	24	1,98
III. 1	3	11	16	59	17,40	22	41	10	04	6,96	10	58	7	28	1,98
6	3	14	17	12	17,16	22	43	9	51	6,96	10	57	7	33	1,98
11	3	17	17	26	16,93	22	45	9	37	6,97	10	57	7	38	1,98
16	3	21	17	40	16,72	22	48	9	24	6,98	10	56	7	43	1,98
21	3	24	17	55	16,52	22	50	9	11	7,00	10	55	7	48	1,98
26	3	28	18	09	16,33	22	52	8	59	7,02	10	54	7	52	1,97
31	3	32	18	24	16,16	22	54	8	46	7,04	10	54	7	56	1,97
IV. 5	3	36	18	39	16,00	22	56	8	34	7,07	10	53	8	00	1,96
10	3	41	18	55	15,86	22	58	8	22	7,10	10	52	8	04	1,96
15	3	45	19	10	15,73	23	00	8	11	7,14	10	52	8	07	1,95
20	3	49	19	24	15,61	23	02	8	00	7,18	10	51	8	10	1,95
25	3	54	19	39	15,51	23	04	7	50	7,22	10	51	8	12	1,94
30	3	59	19	53	15,42	23	05	7	41	7,27	10	51	8	14	1,93
V. 5	4	03	20	07	15,34	23	07	7	32	7,32	10	50	8	16	1,92
10	4	08	20	21	15,28	23	09	7	24	7,37	10	50	8	17	1,92
15	4	13	20	34	15,23	23	10	7	16	7,43	10	50	8	17	1,91
20	4	18	20	47	15,19	23	11	7	10	7,49	10	50	8	17	1,90
25	4	23	20	59	15,17	23	12	7	04	7,55	10	50	8	16	1,89
30	4	28	21	11	15,15	23	13	6	59	7,61	10	50	8	15	1,88
VI. 5	4	34	21	24	15,16	23	14	6	55	7,69	10	50	8	13	1,87
10	4	39	21	34	15,17	23	15	6	52	7,76	10	51	8	11	1,86
15	4	44	21	44	15,20	23	15	6	50	7,82	10	51	8	08	1,85
20	4	49	21	53	15,24	23	16	6	49	7,89	10	52	8	05	1,85
25	4	53	22	01	15,29	23	16	6	49	7,96	10	52	8	02	1,84
30	4	58	+22	09	15,35	23	16	-6	50	8,03	10	53	+7	58	1,83

IIIa. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR				VENUSZ				MARSZ			
	RA		D	látszó su- gara	RA		D	látszó su- gara	RA		D	látszó su- gara
	h	m			h	m			h	m		
VII. 6	8	38	+19 49	3,17	8	36	+20 15	5,45	12	13	— 1 13	3,38
11	9	06	17 17	3,42	9	01	18 40	5,53	12	23	2 21	3,30
16	9	29	14 40	3,72	9	25	16 52	5,62	12	33	3 30	3,22
21	9	46	12 11	4,06	9	49	14 53	5,72	12	43	4 41	3,15
26	9	58	10 00	4,44	10	12	12 45	5,83	12	53	5 52	3,08
31	10	03	8 23	4,84	10	35	10 28	5,94	13	04	7 03	3,02
VIII. 5	10	01	7 36	5,23	10	58	8 05	6,06	13	15	8 15	2,96
10	9	51	7 54	5,48	11	20	5 37	6,19	13	26	9 27	2,90
15	9	37	9 17	5,48	11	42	3 05	6,33	13	38	10 38	2,85
20	9	23	11 19	5,15	12	03	+ 0 31	6,49	13	50	11 49	2,80
25	9	17	13 12	4,59	12	25	— 2 04	6,65	14	02	12 59	2,76
30	9	24	14 16	3,96	12	46	4 39	6,83	14	14	14 08	2,71
IX. 5	9	48	13 52	3,32	13	12	7 41	7,05	14	29	15 28	2,67
10	10	18	12 02	2,93	13	34	10 09	7,26	14	43	16 32	2,63
15	10	52	9 06	2,67	13	56	12 32	7,48	14	56	17 35	2,59
20	11	27	5 30	2,52	14	18	14 49	7,72	15	10	18 34	2,56
25	12	01	+ 1 37	2,42	14	41	16 58	7,98	15	24	19 30	2,53
30	12	33	— 2 19	2,37	15	04	18 57	8,27	15	38	20 23	2,50
X. 5	13	04	6 07	2,36	15	27	20 45	8,57	15	53	21 12	2,47
10	13	34	9 44	2,37	15	51	22 21	8,90	16	07	21 56	2,44
15	14	04	13 05	2,41	16	15	23 43	9,27	16	23	22 36	2,42
20	14	33	16 08	2,46	16	39	24 51	9,66	16	38	23 11	2,39
25	15	02	18 50	2,55	17	03	25 44	10,09	16	54	23 40	2,37
30	15	31	21 08	2,66	17	27	26 20	10,57	17	10	24 04	2,35
XI. 5	16	04	23 19	2,86	17	56	26 42	11,21	17	29	24 24	2,32
10	16	31	24 34	3,09	18	20	26 43	11,81	17	46	24 34	2,31
15	16	53	25 13	3,41	18	43	26 27	12,47	18	02	24 37	2,29
20	17	09	25 10	3,84	19	05	25 57	13,21	18	19	24 33	2,27
25	17	11	24 17	4,36	19	26	25 12	14,04	18	36	24 23	2,25
30	16	55	22 25	4,83	19	45	24 16	14,97	18	52	24 06	2,23
XII. 5	16	27	19 56	4,88	20	04	23 09	16,02	19	09	23 42	2,22
10	16	08	18 13	4,45	20	20	21 54	17,21	19	26	23 11	2,20
15	16	07	18 05	3,89	20	34	20 32	18,55	19	43	22 34	2,19
20	16	20	19 03	3,43	20	46	19 08	20,06	19	59	21 50	2,17
25	16	41	20 27	3,09	20	55	17 42	21,74	20	16	21 00	2,16
30	17	07	—21 51	2,85	21	01	—16 20	23,58	20	32	—20 05	2,14

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara
	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "	h m ° ' "
VII. 6	5 04	+22 18	15,45	23 16	- 6 52	8,11	10 54	+ 7 52	1,82
11	5 09	22 24	15,54	23 16	6 56	8,17	10 54	7 47	1,82
16	5 13	22 29	15,64	23 15	7 00	8,23	10 55	7 42	1,81
21	5 18	22 34	15,76	23 15	7 04	8,29	10 56	7 36	1,80
26	5 22	22 39	15,89	23 14	7 10	8,35	10 57	7 31	1,80
31	5 26	22 43	16,03	23 13	7 17	8,40	10 58	7 24	1,79
VIII. 5	5 31	22 46	16,19	23 12	7 24	8,45	10 59	7 18	1,79
10	5 35	22 49	16,36	23 11	7 31	8,49	11 00	7 11	1,79
15	5 38	22 51	16,54	23 10	7 40	8,53	11 01	7 04	1,78
20	5 42	22 53	16,74	23 09	7 48	8,55	11 02	6 57	1,78
25	5 45	22 54	16,95	23 07	7 57	8,58	11 03	6 50	1,78
30	5 49	22 56	17,17	23 05	8 06	8,59	11 05	6 43	1,78
IX. 5	5 52	22 57	17,45	23 04	8 17	8,60	11 06	6 34	1,78
10	5 55	22 57	17,70	23 03	8 27	8,60	11 07	6 27	1,78
15	5 57	22 57	17,96	23 01	8 35	8,59	11 08	6 20	1,78
20	6 00	22 58	18,23	23 00	8 44	8,58	11 10	6 12	1,78
25	6 01	22 58	18,51	22 59	8 52	8,55	11 11	6 05	1,78
30	6 03	22 58	18,80	22 57	9 00	8,52	11 12	5 58	1,78
X. 5	6 04	22 58	19,10	22 56	9 07	8,49	11 13	5 51	1,79
10	6 05	22 58	19,40	22 55	9 13	8,44	11 14	5 45	1,79
15	6 06	22 58	19,70	22 54	9 19	8,39	11 15	5 38	1,79
20	6 06	22 58	20,00	22 53	9 23	8,34	11 16	5 32	1,80
25	6 06	22 58	20,30	22 52	9 27	8,29	11 17	5 26	1,80
30	6 05	22 59	20,60	22 52	9 30	8,22	11 18	5 21	1,81
XI. 5	6 04	22 59	20,93	22 51	9 32	8,15	11 19	5 15	1,82
10	6 02	22 59	21,19	22 51	9 33	8,08	11 20	5 10	1,83
15	6 01	23 00	21,44	22 51	9 32	8,02	11 20	5 06	1,83
20	5 59	23 00	21,65	22 51	9 31	7,95	11 21	5 02	1,84
25	5 57	23 01	21,84	22 51	9 28	7,88	11 22	4 58	1,85
30	5 54	23 01	22,00	22 52	9 25	7,81	11 22	4 56	1,86
XII. 5	5 51	23 01	22,12	22 52	9 21	7,74	11 22	4 53	1,87
10	5 49	23 01	22,20	22 53	9 15	7,68	11 23	4 51	1,87
15	5 46	23 01	22,23	22 54	9 09	7,61	11 23	4 50	1,88
20	5 43	23 00	22,23	22 55	9 02	7,55	11 23	4 50	1,89
25	5 40	23 00	22,18	22 56	8 54	7,49	11 23	4 49	1,90
30	5 37	+22 59	22,10	22 58	- 8 45	7,43	11 23	+ 4 50	1,91

IIIb. Bolygók héliocentrikus ekliptikai

DÁTUM	MERKUR		VENUSZ		FÖLD	
	I	b	I	b	I	b
	°	°	°	°	°	°
I. 0	155,7	+6,7	219,7	+2,0	99,1	0,0
10	196,5	+3,7	235,7	+1,2	109,3	0,0
20	228,2	0,0	251,6	+0,3	119,5	0,0
30	256,1	-3,3	267,4	-0,7	129,7	0,0
II. 9	284,2	-5,8	283,3	-1,5	139,8	0,0
19	316,0	-7,0	299,1	-2,3	149,9	0,0
III. 1	356,5	-5,5	314,9	-2,9	160,0	0,0
11	50,6	+0,3	330,7	-3,3	170,0	0,0
21	112,7	+6,3	346,6	-3,4	180,0	0,0
31	165,0	+6,2	2,5	-3,3	189,9	0,0
IV. 10	203,4	+2,9	18,4	-2,9	199,7	0,0
20	234,0	-0,7	34,4	-2,3	209,5	0,0
30	261,7	-3,9	50,4	-1,5	219,2	0,0
V. 10	290,2	-6,2	66,4	-0,6	228,9	0,0
20	323,4	-7,0	82,5	+0,4	238,6	0,0
30	6,3	-4,7	98,7	+1,3	248,2	0,0
VI. 9	63,0	+1,8	114,9	+2,1	257,7	0,0
19	124,6	+6,8	131,2	+2,8	267,3	0,0
29	173,6	+5,6	147,4	+3,2	276,8	0,0
VII. 9	210,1	+2,2	163,7	+3,4	286,4	0,0
19	239,7	-1,4	179,9	+3,3	295,9	0,0
29	267,3	-4,5	196,0	+2,9	305,5	0,0
VIII. 8	296,4	-6,5	212,1	+2,4	315,0	0,0
18	331,1	-6,8	228,1	+1,6	324,6	0,0
28	16,7	-3,6	244,1	+0,7	334,3	0,0
IX. 7	75,9	+3,3	260,0	-0,2	343,9	0,0
17	135,8	+7,0	275,8	-1,1	353,7	0,0
27	182,0	+5,0	291,6	-2,0	3,5	0,0
X. 7	216,5	+1,4	307,4	-2,6	13,3	0,0
17	245,4	-2,1	323,3	-3,1	23,2	0,0
27	273,0	-5,0	339,1	-3,4	33,1	0,0
XI. 6	302,9	-6,8	355,0	-3,4	43,2	0,0
16	339,3	-6,5	10,9	-3,1	53,2	0,0
26	27,7	-2,4	26,8	-2,6	63,3	0,0
XII. 6	88,7	+4,6	42,8	-1,9	73,4	0,0
16	146,5	+6,9	58,9	-1,0	83,6	0,0
26	189,7	+4,3	75,0	-0,1	93,8	0,0

koordinátái 0^h világidőkor

DÁTUM	MARSZ		JUPITER		SZATURNUSZ	
	1	b	1	b	1	b
	°	°	°	°	°	°
I. 0	138,5	+1,8	55,1	−0,9	335,6	−1,7
10	142,9	+1,8	56,0	−0,9	335,9	−1,7
20	147,3	+1,8	56,9	−0,9	336,2	−1,7
30	151,7	+1,8	57,8	−0,9	336,5	−1,7
II. 9	156,0	+1,8	58,7	−0,9	336,8	−1,7
19	160,4	+1,7	59,6	−0,8	337,2	−1,7
III. 1	164,8	+1,7	60,5	−0,8	337,5	−1,7
11	169,2	+1,6	61,4	−0,8	337,8	−1,7
21	173,6	+1,5	62,2	−0,8	338,1	−1,8
31	178,0	+1,4	63,1	−0,8	338,4	−1,8
IV. 10	182,4	+1,3	64,0	−0,8	338,8	−1,8
20	186,9	+1,2	64,9	−0,8	339,1	−1,8
30	191,5	+1,1	65,8	−0,7	339,4	−1,8
V. 10	196,0	+1,0	66,7	−0,7	339,7	−1,8
20	200,6	+0,9	67,5	−0,7	340,1	−1,8
30	205,3	+0,7	68,4	−0,7	340,4	−1,8
VI. 9	210,0	+0,6	69,3	−0,7	340,7	−1,8
19	214,8	+0,5	70,2	−0,6	341,0	−1,8
29	219,6	+0,3	71,1	−0,6	341,3	−1,9
VII. 9	224,6	+0,1	71,9	−0,6	341,7	−1,9
19	229,6	0,0	72,8	−0,6	342,0	−1,9
29	234,7	−0,2	73,7	−0,6	342,3	−1,9
VIII. 8	239,8	−0,3	74,6	−0,6	342,6	−1,9
18	245,1	−0,5	75,4	−0,5	342,9	−1,9
28	250,4	−0,7	76,3	−0,5	343,3	−1,9
IX. 7	255,9	−0,8	77,2	−0,5	343,6	−1,9
17	261,4	−1,0	78,0	−0,5	343,9	−1,9
27	267,1	−1,1	78,9	−0,5	344,3	−1,9
X. 7	272,8	−1,3	79,8	−0,5	344,6	−1,9
17	278,6	−1,4	80,6	−0,4	344,9	−2,0
27	284,5	−1,5	81,5	−0,4	345,2	−2,0
XI. 6	290,6	−1,6	82,4	−0,4	345,6	−2,0
16	296,6	−1,7	83,2	−0,4	345,9	−2,0
26	302,8	−1,8	84,1	−0,4	346,2	−2,0
XII. 6	309,0	−1,8	85,0	−0,3	346,5	−2,0
16	315,3	−1,8	85,8	−0,3	346,9	−2,0
26	321,6	−1,8	86,7	−0,3	347,2	−2,0

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

Nap	Január			Február		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalon		keleti oldalon	nyugati oldalon		keleti oldalon
	18 ^h			19 ^h		
1	.3	.2	.4	2.	.4	.3
2		.3	.2 .4	.21.		.43.
3		1.	2. .3 4.			.13. .2 .4
4	2.		.1 .3 4.	3.1.	2.	.4
5	1.		3. 4.	3. 2.		.1 4.
6		3.	.1 4. 2.	.3 .1		4.
7	3. .12. 4.				1. 2.	4.
8	.3 4. .2	1.		2.1		4.3
9	4. .3.1	.2		.2	4.	3.
10	4.	.32.		4.		.23.
11	4. .2.	.3		4. .3.1.	2.	
12	.4 .1.2	3.		4. 3. 2.	.1	
13	.4	3.1 .2		4. .3 1.2		
14	.43. 1.			.4 .3	1. .2	
15	3. 2. .4	1.		.4 .1	.3	
16	.3	.2 .4		.4 .2	3.	
17	1.	.32. .4		.4	.1 .2 3.	
18	2.	.1 .3 .4		1.3.	.4 2.	
19	1.2	3. .4		3. 2.	.1 .4	
20		3.1 .2 4.		.3 1.2	.4	
21	3. .1	2. 4.		.3	1. .2 .4	
22	3. .2	1. 4.		.12.	.3 .4	
23	.3 .1	.24.		.2	1. .3 4.	
24	4.	1. 2.			.2 3. 4.	
25	4. 2.	.3		1.	2.4.	
26	4. .21.	3.		3. 2.	4.	
27	4.	.13. .2		.3 4.21.		
28	.4 3.1.	2.		4. .3	.1 .2	
29	.4 3. 2.	.1				
30	.4 .3 .1					
31	.4	1. 2.				

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
I. 1	18 08	k	1	e	II. 1	17 25	k	1	m
	19 13	k	1	a		20 55	v	1	f
	20 17	v	1	e	2	18 03	v	1	a
	21 22	v	1	a	4	22 29	k	2	e
2	18 44	v	1	f	6	19 08	v	2	m
5	17 15	k	2	m		19 22	k	2	f
	22 00	v	2	f		21 51	v	2	f
6	19 28	k	3	a	7	20 15	k	3	m
	21 40	v	3	a		22 01	k	1	e
7	17 07	v	2	a		22 39	v	3	m
	22 51	k	1	m		23 20	k	1	a
8	19 59	k	1	e	9	17 49	k	1	a
	21 09	k	1	a		18 39	v	1	e
9	17 18	k	1	m		19 59	v	1	a
	20 40	v	1	f	11	17 51	v	3	a
10	17 47	v	1	a	13	19 18	k	2	m
12	19 42	k	2	m		21 48	v	2	m
	22 09	v	2	m		22 00	k	2	f
	22 09	k	2	f	15	19 29	v	2	a
13	18 31	k	3	e		21 17	k	1	m
	20 44	v	3	e	16	18 26	k	1	e
14	17 16	v	2	e		19 45	k	1	a
	17 18	k	2	a		20 36	v	1	e
	19 44	v	2	a		21 55	v	1	a
16	19 10	k	1	m	17	19 15	v	1	f
	22 35	v	1	f	18	19 39	k	3	a
17	17 33	k	1	a		21 53	v	3	a
	18 27	v	1	e	20	21 59	k	2	m
	19 42	v	1	a	22	19 32	v	2	e
21	17 21	k	2	e		19 38	k	2	a
	19 47	v	2	e		22 05	v	2	a
	19 54	k	2	a	23	20 24	k	1	e
	22 21	v	2	a		21 41	k	1	a
24	17 41	k	3	f		22 34	v	1	e
	18 11	k	1	e	24	21 10	v	1	f
	19 29	k	1	a	25	18 20	v	1	a
	19 56	v	3	f		18 25	k	3	e
	20 21	v	1	e		20 50	v	3	e
	21 38	v	1	a					
25	19 00	v	1	f					
28	19 54	k	2	e					
	22 20	v	2	e					
30	19 13	v	2	f					

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

Nap	Március		Augusztus	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	20h		2h	
1	4. .12.	.3	4. .1	2. 3.
2	4. .2	1. .3	.4 2.	1. 3.
3	.4	.2 3.	.4 .2 3.	
4	.4 1.	2.	.43. 1.	.2
5	.43.2.	.1	.3 .4	.1 2.
6	.3 .21..4		2. 1..3	.4
7	.3	.1.4 .2	.2	.1.3 .4
8	1.	2. .4	.1	2. .3 .4
9	2.	1. .3 .4		1. 3. .4
10	.1	3. .4	.2 .1	4.
11		1. 3. 2. 4.	3.	1..2 4.
12	3. 2.	4.	.3	2. 4.
13	3. .2 1.	4.	.32.1	4.
14	.3	.1.24.	.2	4..1.3
15	1.	2.	4.1.	.2 .3
16	4. 2.	1. .3	4.	1. 3.
17	4. .1	3.	4. .2 .1	
18	4.	1. 3. 2.	4. 3.	1. .2
19	4. 3. 2.		.4 .3	2.
20	.4 3. .2 1.		.4 .32.1.	
21	.4 .3	.1 .2	.4 .2	.1.3
22	.41.	2.	1..4	.2 .3
23	2. .4	.1 .3		2..4 1. 3.
24	.1 .2	.4 3.	2. .1	3. .4
25		1. 3..2 .4	3.	.21. .4
26	3..1	.4	3. .1	2. .4
27	3. 2.	1. .4	.3 2.	4.
28	.3	.2 4.	.2	.1.3 4.
29	.31.	2. 4.	1.	.2 .3 4.
30	2.	.1 .3 4.		.12. 4. 3.
31	1..2	4. .3	2. 1.	3.

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség
III. 1	19	46	k	2	e	VIII.3	1	58	k	1	f
	22	14	k	2	e		4	1 30	v	1	a
	22	14	v	2	e			2 30	v	1	e
2	22	22	k	1	e	7	2	18	k	2	f
3	19	06	v	2	f	9	1	13	v	2	e
	19	41	k	1	m	10	2	53	v	3	e
	23	05	v	1	f	11	1	13	k	1	a
4	19	02	v	1	e		2	18	k	1	e
	20	16	v	1	e		3	24	v	1	a
	22	38	k	3	e	12	1	39	v	1	m
8	20	08	v	3	f	16	1	19	k	2	e
	22	28	k	2	e		1	38	v	2	a
10	21	40	k	1	m		3	58	v	2	e
	21	45	v	2	f	17	2	27	v	3	a
11	18	51	k	1	e	18	3	07	k	1	a
	20	02	k	1	a	19	0	14	k	1	f
	21	02	v	1	e		3	37	v	1	m
	22	12	v	1	a	20	0	56	v	1	e
12	19	30	v	1	f	23	1	39	k	2	a
15	19	40	v	3	m	24	3	53	k	3	a
	21	51	k	3	f	25	1	50	v	2	m
17	19	36	k	2	m	26	2	08	k	1	f
18	20	51	k	1	e	27	0	42	k	1	e
	21	57	k	1	a		1	40	v	1	a
19	19	11	v	2	a		2	53	v	1	e
	21	25	v	1	f	28	0	04	v	1	m
22	21	31	k	3	m		1	36	v	3	m
25	22	52	k	1	e						
26	19	19	k	2	a						
	19	49	v	2	e						
	20	09	k	1	m						
	21	47	v	2	a						
27	19	33	v	1	e						
	20	32	v	1	a						

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

Nap	Szeptember		Október	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	0 ^h		22 ^h	
1	4. 3.	1.	.32. .1	4.
2	4. 3. .1	2.	.2	.31. 4.
3	4. .3 2.	1.	.14.	.2 .3
4	4. .2		4.	1. 3.
5	.4 1.	.2 .3	4. .2	3.
6	.4	.1 2. .3	4. 3. 1.	.2
7	.4 2. 1.	3.	4. 3.	.1 2.
8	.4. 23.	.1	.4 .3 2. 1.	
9	3. .1	.4 .2	.4 .2	.1
10	.3	1. .4	.4. 1	.2 .3
11	.2. 3. 1	.4		2. 1. .3
12		1. .2 .3 .4	2. .1	3. .4
13		2. .3 .4	3.	.2 .4
14	2. 1.	3. 4.	3.	.1 2. .4
15	.2	3. .1 4.	.3 2. 1.	.4
16	3. 1.	.24.	.2	1. 4.
17	.3 4.	2. 1.	.1	.2. 3 4.
18	4. .2. 3. 1			2. 1. 4. 3.
19	4.	1. .2 .3	2. .1	4. 3.
20	4.	.1 2. .3	4. 3.	
21	4. 2. 1.	3.	4. 3.	.1 2.
22	.4 .2	3. .1	4. .3 21..	
23	.4 3. 1.	.2	4. .2 .3	.1
24	.3 .4	2. 1.	.4 1.	.2. 3
25	2. .3. 1. 4		.4	21.. .3
26		1. .3 .4	.4 2. .1	3.
27	.1	2. .3 .4	.4	1.
28	2.	3. .4	3.	.2
29	.2	.13. 4.	.3 12..	.4
30	3. 1.	.2 4.	.2. 3	.1 .4
31			1.	.2. 3 .4

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
IX. 3	1 23 2 38 3 33	k k v	1 1 1	a e a	X. 2	21 53 22 54	v k	3 2	m f
4	0 30 2 00 3 03 23 18	v v k v	3 1 3 1	f m m e	3	3 25 4 10	k v	1 2	a m
8	1 55	k	2	f	4	0 34 4 06 21 54 22 34 23 11	k v k v k	1 1 1 2 1	f m a e e
10	1 26 3 16	v k	2 1	e a	5	0 04 1 21	v v	1 1	a e
11	0 24 1 51 3 56 23 03 23 55	k k v k v	1 3 1 1 1	f f m e a	9	22 57	k	3	m
12	1 14	v	1	e	10	1 28 1 44	k v	2 3	f m
14	23 53	v	3	e	11	22 25 22 30 23 47	k v k	2 2 1	e a a
17	1 21 1 25	v k	2 2	a e	12	1 01 1 06 2 58 3 12	k v v v	1 2 1 1	e e a e
18	2 18 23 04 23 39	k v k	1 2 1	f m a	13	21 40	v	1	e
19	0 57 1 49 3 08	k v v	1 1 1	e a e	16	21 45	k	3	f
20	0 20	v	1	m	17	0 30	v	3	f
22	1 10 3 54	k v	3 3	e e	18	22 28	k	2	a
24	1 20 3 58 4 02	k v k	2 2 2	a a e	19	0 54 1 07 22 50	k v k	2 2 1	e a f
26	1 32 1 38 2 50 3 42	k v k v	1 2 1 1	a m e a	20	2 16 21 19 22 19 22 20 23 30	v k v v v	1 1 1 2 1	m e a m e
27	2 14 22 11 23 29	v v v	1 1 1	m a e	26	1 04 3 21 3 34 3 44	k k k v	2 2 1 2	a e a a
28	23 47	k	3	a	27	22 02 22 55 23 07	k v k	1 3 1	a e e
29	2 27	v	3	a	28	0 13 0 43 1 18	v v v	1 2 1	a m e

IV. A Jupiter-holdak helyzetei

Nap	November				December			
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán	
	20 ^h				18 ^h			
1			1.2.	.3	4.	.2	.1 .43.	
2	2.	.1	3.		4.	1. 3.	.2 .4	
3		.2	3.1.		4.	3.	1.2. .4	
4	3.	.1	.24.			.3 2..1	.4	
5	.3		4.			.3.2	1. 4.	
6	.2.34.		.1				.3 .2 4.	
7	4.	1.	.3.2			1.	4..3	
8	4.		.1 2. .3			2.	.14. 3.	
9	4.	2..1			3.	1.4.	.2	
10	.4	.2	3.1.			4. 3.	.1 2.	
11	.4 3. .1		.2			4. .3 .12.		
12	3. .4		1.2.			4. .3.2	1.	
13	.3 2. .4					.4 .1	.3 .2	
14		1.	.23 .4			.4	2. .3	
15			.1 2. .3 .4			.4 2.	.1 3.	
16	21..		3.		.4	.41.	.2	
17	.2		3.1.		.4	3.	.4 .12.	
18	3. .1		.2		4.	.3 .12.	.4	
19	3.		1.2.		4.	.3.2	1. .4	
20	.3 2.		4.			.1	.3 .2 .4	
21		1.	4.				2. .3 .4	
22		4.	.1 2. .3			2.	.1 3. 4.	
23	4. 12..		3.			1.	3. 4.	
24	4.	.2	.1 3.			3.	.1 2.4.	
25	4.	.13.	.2			3. 1.2.	4.	
26	4. 3.		1.2.			.3.24.	.1	
27	.4 .3 2. .1					4. .1	.3 .2	
28	.4 .3.2	1.				4.	1. 2. .3	
29	.4		.3.2			4. 2. .1	3.	
30	1..42.		.3 .			.4 .21.	3.	
31						.4 3.	.1 .2	

IVa. A Jupiter-holdak jelenségei

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség
XI. 3	19	40	k	3	a	XII. 5	20	26	k	1	a
	22	26	v	3	a		20	46	k	1	e
	22	26	k	2	f		21	59	k	2	f
	23	43	k	3	e		22	39	v	1	a
	23	55	k	1	a		22	58	v	1	e
4	0	54	k	1	e	6	17	42	k	1	f
	21	07	k	1	f		20	13	v	1	m
5	0	20	v	1	m	7	17	07	v	1	a
	19	39	v	2	a		17	20	k	2	e
	20	35	v	1	a		17	24	v	1	e
	21	32	v	1	e		19	28	v	2	a
	21	38	v	2	e		20	01	v	2	e
12	19	35	k	2	a	9	18	26	v	2	a
	20	17	k	1	a		19	19	v	3	e
	21	07	k	1	e	14	19	01	v	1	a
	21	18	k	2	e		19	07	v	1	e
	22	17	v	2	a		19	22	k	2	a
	22	29	v	1	a		19	34	k	2	e
	23	18	v	1	e		22	06	v	2	a
13	0	00	v	2	e		22	16	v	2	e
	20	33	v	1	m	16	19	35	k	3	a
14	18	33	v	2	m		19	47	k	3	e
	19	48	v	3	m		22	26	v	3	a
19	22	10	k	1	a		22	34	v	3	e
	22	12	k	2	a	20	21	28	k	1	m
	22	52	k	1	e		18	38	k	1	e
	23	38	k	2	e	21	18	43	k	1	a
20	19	24	k	1	f		20	50	v	1	e
	22	19	v	1	m		20	56	v	1	a
21	18	51	v	1	a		21	49	k	2	e
	19	30	v	1	e		22	00	k	2	a
	20	49	v	2	m	22	18	14	v	1	f
	23	11	v	3	m		19	07	v	2	f
27	21	19	k	1	f		23	01	k	3	e
	0	03	v	1	m	23	23	34	k	3	a
28	18	32	k	1	a	28	20	21	k	1	e
	19	02	k	1	e		20	37	k	1	a
	19	25	k	2	f	29	17	38	k	1	m
	20	45	v	1	a		20	09	v	1	f
	21	14	v	1	e	30	17	00	v	1	e
	21	41	k	3	f		17	19	v	1	a
	23	04	v	2	m		18	23	k	2	m
							21	42	v	2	f

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Andromeda													
α	0	6	+28	49	2,2	A0p	κ	23	38	+44	3	4,3	A0
γ^1	2	1	+42	5	2,3	K0	ν	0	47	+40	48	4,4	B3
β	1	7	+35	21	2,4	M0	σ	0	16	+36	31	4,5	A2
δ	0	37	+30	35	3,5	K2	π	0	34	+33	26	4,5	B3
ϵ	23	0	+42	4	3,6	B5	ϵ	0	36	+29	2	4,5	G5
51	1	35	+48	23	3,8	K0	ω	1	25	+45	9	5,0	F5
μ	0	54	+38	14	3,9	A2	22	0	8	+45	48	5,1	F0
λ	23	35	+46	11	4,0	K0	ψ	23	44	+46	9	5,1	K0—A5
ν	1	34	+41	9	4,2	G0	ϕ	0	18	+47	42	5,2	F5
ζ	0	45	+24	0	4,3	K0	5	23	5	+49	1	5,8	F0
ι	23	36	+42	59	4,3	B8							
Antila													
α	10	25	—30	49	4,4	K5	ϑ	9	42	—27	32	5,0	F5p
ι	10	54	—36	52	4,7	K0							
Apus													
α	14	42	—78	50	3,8	K5	$\delta 1$	16	13	—78	34	4,8	M3
γ	16	26	—78	47	3,9	K0	ϑ	14	0	—76	33	6,1	M3
Aquarius													
β	21	29	—5	48	3,1	G0	φ	23	12	—6	19	4,4	M0
α	22	3	—0	34	3,2	G0	ν	21	7	—11	34	4,5	K0
δ	22	52	—16	5	3,5	A2	ψ	23	13	—9	22	4,5	K0
ϵ	20	45	—9	41	3,8	A0	π	22	23	+1	7	4,6	B1p
λ	22	50	—7	51	3,8	M0	ω	23	40	—14	49	4,6	A0
88	23	7	—21	27	3,8	K0	μ	20	50	—9	10	4,8	A3
γ	22	19	—1	38	4,0	A0	ξ	21	35	—8	5	4,8	A5
η	22	33	—0	23	4,1	B8	σ	22	28	—10	56	4,9	A0
τ	22	47	—13	51	4,2	K5	ψ	23	15	—9	53	5,2	A0
98	23	20	—20	22	4,2	K0	ν	22	32	—20	58	5,3	F5
θ	22	14	—8	2	4,3	K0	κ	22	35	—4	20	5,3	K0
ι	22	4	—14	7	4,4	B8	106	23	42	—18	33	5,3	B8

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°					h	m	°			
Aquila													
α	19 48	+ 8 44	0,9	A5	η	19 50	+ 0 53	4,0	G0p				
γ	19 44	+10 29	2,8	K2	ε	18 57	+15 0	4,2	K0				
ζ	19 3	+13 47	3,0	A0	μ	19 32	+ 7 16	4,7	K0				
σ	19 23	+ 3 1	3,4	F0	κ	19 34	— 7 8	5,0	B0				
ϑ	20 9	— 0 58	3,4	A0	ω	19 15	+11 30	5,1	A5				
λ	19 4	— 4 58	3,6	B9	τ	20 2	+ 7 8	5,7	K0				
β	19 53	+ 6 17	3,9	K0									
Ara													
β	17 21	—55 29	2,8	K2	ϑ	18 3	—50 6	3,9	B1p				
α	17 28	—49 50	3,0	B3p	ε^1	16 56	—53 5	4,2	K2				
δ	17 27	—60 39	3,8	B8									
Aries													
α	2 4	+23 14	2,2	K2	ζ	3 12	+20 52	5,0	A0				
β	1 52	+20 33	2,7	A5	τ	3 18	+20 58	5,2	B3				
41	2 47	+27 3	3,7	B8	μ	2 36	+21 45	5,4	A2				
δ	3 9	+19 32	4,5	K0	σ	2 49	+14 53	5,5	B5				
ε	2 56	+21 8	4,6	A2									
Auriga													
α	5 13	+45 57	0,2	G0	μ	5 10	+38 26	4,8	A3				
β	5 56	+44 57	2,1	A0p	λ	5 16	+40 3	4,9	G0				
ϑ	5 56	+37 13	2,7	A0p	χ	5 29	+32 9	4,9	B1				
ι	4 54	+33 5	2,0	K2	ψ	6 21	+49 19	5,1	K2				
η	5 3	+41 10	3,3	B3	63	7 8	+39 24	5,1	K2				
ε	4 58	+43 45	3,7	F5p	φ	6 43	+43 38	5,3	G0				
δ	5 55	+54 17	3,9	K0	66	7 21	+40 46	5,3	K0				
ζ	4 59	+41 0	3,9	K0—B1	σ	5 42	+49 48	5,5	A0				
ν	5 48	+38 8	4,2	K0	51	6 35	+39 26	5,7	K0				

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Bootes													
α	14	13	+19	26	0,2	K0	μ^1	15	23	+37	33	4,5	F0
ε	14	43	+27	17	2,7	K0	ψ	15	2	+27	8	4,7	K0
η	13	52	+18	39	2,8	G0	12	14	8	+25	20	4,8	F5
γ	14	30	+38	32	3,0	F0	ι	15	2	+47	51	4,9	G0
δ	15	13	+33	30	3,5	K0	45	15	5	+25	7	5,0	F0
β	15	0	+40	35	3,6	G5	ν	15	29	+41	0	5,2	K5
θ	14	30	+30	35	3,8	K0	22	14	24	+19	27	5,4	A5
ϕ	14	23	+52	5	4,1	F8	33	14	37	+44	37	5,4	A0
λ	14	14	+46	19	4,3	A0	321 B.	14	54	+14	39	5,8	A0
τ	13	45	+17	42	4,5	F5	295 B.	14	47	+38	1	6,0	F0
σ	14	33	+29	58	4,5	F0	11	13	59	+27	38	6,1	A3
Caelum													
α	4	39	-41	57	4,5	F2							
Camelopardus													
β	4	59	+60	22	4,2	G0p	23 H.	6	36	+79	37	5,6	F8
2 H.	3	25	+59	46	4,4	B9p	166 B.	7	54	+74	3	5,6	K0
α	4	49	+66	15	4,4	B0	173 B.	8	13	+75	55	5,7	G5
γ	3	45	+71	11	4,7	A0	17	5	25	+63	2	5,8	K5
22 H.	6	13	+69	20	4,7	A0	143 B.	7	26	+68	34	5,8	K0
43	6	48	+68	57	5,1	B5	35 B.	4	42	+75	51	6,0	F0
Br.							Grb.						
1634	12	10	+77	54	5,1	A5	2063	13	44	+83	0	6,2	G5
19 H.	5	14	+79	11	5,2	F8	181 B.	8	34	+73	48	6,3	K0
9 H.	3	53	+60	58	5,3	K0—A0	74 B.	5	33	+75	1	6,4	K5
							Grb.						
30 H.	10	25	+82	47	5,3	F2	1359	8	5	+84	13	6,4	A0
							Grb.						
4	4	44	+56	40	5,4	A2	1850	12	2	+85	52	6,4	F5
Cancer													
β	8	14	+9	20	3,8	K2	ξ	9	6	+22	15	5,2	G5
δ	8	42	+18	20	4,2	K0	η	8	30	+20	37	5,5	K0
ι	8	44	+28	57	4,2	G5	σ^2	8	51	+30	46	5,6	K0
α	8	56	+12	3	4,3	A3	ω^1	7	58	+25	32	5,9	K0
γ	8	40	+21	39	4,7	A0	20	8	21	+18	30	5,9	F0
ζ^1	8	9	+17	48	5,1	G0	83	9	16	+17	55	6,6	F5
κ	9	5	+10	52	5,1	B8							

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Canes Venatici													
α^2	12	54	+38	35	2,9	A0p	25	13	35	+36	33	5,0	F0
β	12	31	+41	38	4,3	G0	14	13	3	+36	4	5,1	B9
20	13	15	+40	50	4,7	F0	2	12	14	+40	56	5,9	K5
17 H.	13	33	+37	26	5,0	F0							
Canis Maior													
α	6	43	-16	39	-1,6	A0	ζ	6	18	-30	2	3,1	B3
ϵ	6	57	-28	54	1,6	B1	σ^2	7	1	-23	46	3,1	B5p
β	6	20	-17	56	2,0	B1	γ	7	2	-15	33	4,1	B5
δ	7	6	-26	19	2,0	F8p	ϑ	6	52	-11	58	4,3	K2
η	7	22	-29	12	2,4	B5p	ξ^2	6	33	-22	55	4,5	A0
Canis Minor													
α	7	37	+ 5	21	0,5	F5	β	7	24	+ 8	23	3,1	B8
Capricornus													
δ	21	44	-16	21	3,0	A5	ι	21	19	-17	2	4,3	K0
β	20	18	-14	56	3,3	G0—A0	ϱ	20	26	-17	59	5,1	F0
α^2	20	15	-12	42	3,8	G5	π	20	24	-18	23	5,2	B8
γ	21	37	-16	53	3,8	F0p	μ	21	51	-13	47	5,2	F0
ζ	21	24	-22	38	3,9	G5p	ν	20	37	-18	19	5,3	M0
ϑ	21	3	-17	26	4,2	A0	4	20	15	-21	58	6,0	K0
ψ	20	43	-25	27	4,3	F8							
Carina													
α	6	23	-52	40	-0,9	F0	ν	9	46	-64	50	3,2	F0
ϵ	8	21	-59	21	1,7	K0—B	χ	7	56	-52	51	3,6	B3
β	9	13	-69	31	1,8	A0	Q	7	34	-52	25	4,9	K5
ι^1	9	16	-59	4	2,3	F0	109 G.	8	56	-59	2	5,3	B3
ϑ	10	41	-64	8	3,0	B0	η	10	43	-59	25	var.	Pec.

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Cassiopeia													
α	0	38	+56	16	2,3	K0	ϱ	23	52	+57	13	4,9	F8p
γ	0	54	+60	27	2,3	B0p	4	23	23	+62	1	5,2	K5
β	0	7	+58	51	2,4	F5	μ	1	5	+54	40	5,3	G5
δ	1	22	+59	59	2,8	A5	36	2	33	+72	36	5,3	K0
ϵ	1	51	+63	25	3,4	B3	40	1	34	+72	47	5,5	K0
η	0	46	+57	33	3,6	F8	43	1	39	+67	47	5,5	A0p
ζ	0	34	+53	37	3,7	B3	21	0	42	+74	43	5,6	A2
50	1	59	+72	11	4,1	A2	Br. 3077	23	11	+56	54	5,7	K2
σ	0	42	+48	1	4,7	B2	38	1	27	+70	1	6,0	F5
ι	2	25	+67	11	4,8	A5p	55	2	11	+66	17	6,2	A2 F5—
Centaurus													
α	14	36	—60	38	0,1	G0—K5	δ	12	6	—50	27	2,9	B3p
β	14	0	—60	8	0,9	B1	ι	13	18	—36	27	2,9	A2
ϑ	14	4	—36	7	2,3	K0	ζ	13	52	—47	3	3,1	B2p
γ	12	39	—48	41	2,4	A0	λ	11	33	—62	45	3,3	B9
ϵ	13	37	—53	13	2,6	B1	τ	11	19	—54	13	4,3	B5
η	14	32	—41	56	2,7	—A2p B3p	150 G.	12	51	—39	54	4,3	A5
Cepheus													
α	21	17	+62	22	2,6	A5	41 H.	23	46	+67	32	5,2	A0
β	21	28	+70	20	3,3	B1	51 H.	7	17	+87	8	5,3	M0
γ	23	37	+77	21	3,4	K0	20	22	3	+62	32	5,4	K5
η	20	44	+61	39	3,6	K0	48 H.	3	14	+77	33	5,5	F0
ζ	22	9	+57	57	3,6	K0	Br. 2749	20	50	+80	22	5,6	K0
ι	22	48	+65	56	3,7	K0	47	2	59	+79	13	5,7	M0
ϑ	20	29	+62	50	4,3	A5	226 B.	22	31	+75	58	5,7	A0
κ	20	11	+77	34	4,4	B9	Br. 402	3	20	+84	46	5,8	K0
H.							98 B.	21	7	+77	55	5,9	B9
43	1	2	+85	59	4,5	K0	Grb. 944	5	46	+85	10	6,4	K0
π	23	6	+75	7	4,7	G5	158 B.	21	52	+73	28	6,6	A0
11	21	41	+71	5	4,9	K0	Grb. 4163	23	52	+74	8	6,6	B9
σ	23	17	+67	50	5,0	G5	V	23	54	+82	55	6,6	A0
24	22	9	+72	6	5,0	G5	Grb. 750	4	20	+85	25	6,7	F8
H.													
36	22	55	+84	5	5,0	K5							

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Cetus													
β	0 41	—18 16	2,2	K0	μ	2 42	+ 9 54	4,4	F0				
α	3 0	+ 3 54	2,8	M0	π	2 42	—14 4	4,4	B5				
η	1 6	—10 27	3,6	K0	ξ^1	2 10	+ 8 37	4,5	G5				
τ	1 42	—16 12	3,7	K0	2	0 1	—17 37	4,6	A0				
γ^2	2 41	+ 2 2	3,7	A2	σ	2 30	—15 28	4,8	F5				
ϵ	0 17	— 9 6	3,8	K0	20	0 50	— 1 25	4,9	K0				
θ	1 22	— 8 26	3,8	K0	ν	2 33	+ 5 23	5,0	G5				
ζ	1 49	—10 35	3,9	K0	13	0 33	— 3 53	5,2	G0				
δ	2 37	+ 0 7	4,0	B2	67	2 14	— 6 39	5,7	G5				
υ	1 58	—21 19	4,2	M0	ϕ	2 17	— 3 12	5,8	M7				
ξ^2	2 26	+ 8 14	4,3	A0	12	0 27	— 4 14	6,1	K5				
Chamaeleon													
ϑ	8 22	—77 19	4,3	K0	δ^2	10 45	—80 16	4,6	B3				
β	12 15	—78 52	4,4	B5	π	11 35	—75 37	5,7	F0				
Columba													
α	5 38	—34 6	2,8	B5p	ϕ	5 16	—34 57	4,9	K0				
Coma Berenices													
β	13 10	+28 8	4,3	G0	31	12 49	+27 49	5,1	G0				
12	12 20	+26 7	4,8	F5	24	12 33	+18 39	5,2	K0				
23	12 32	+22 54	4,8	A0	20	12 27	+21 10	5,7	A2				
Corona Austrina													
α	19 6	—37 59	4,1	A2									

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Corona Borealis													
α	15 33	+26 53	2,3	A0	ζ^2 σ	15 38 16 13	+36 48 +33 59	5,1 5,4	B8 G0				
β	15 26	+29 17	3,7	F0p									
ε	15 56	+27 1	4,2	K0									
Corvus													
γ	12 13	-17 16	2,8	B8	δ ε	12 27 12 8	-16 14 -22 20	3,1 3,2	A0 K0				
β	12 32	-23 7	2,8	G5									
Crater													
δ	11 17	-14 30	3,8	K0	β ζ	11 9 11 42	-22 33 -18 4	4,5 4,9	A2 G5				
α	10 57	-18 2	4,2	K0									
Crux													
β	12 45	-59 25	1,5	B1	α^1 δ	12 24 12 12	-62 49 -58 28	1,6 3,1	B1 B3				
γ	12 23	-56 50	1,6	M3									
Cygnus													
α	20 40	+45 6	1,3	A2p	31	20 12	+46 35	4,0	K0—B8				
γ	20 20	+40 6	2,3	F8p	41	20 27	+30 12	4,1	F5p				
ε	20 44	+33 7	2,6	K0	π^2	21 45	+49 5	4,3	B3				
δ	19 44	+45 0	3,0	A0	σ	21 15	+39 11	4,3	A0p				
β	19 29	+27 51	3,2	K0—A0	θ	19 35	+50 6	4,6	F5				
ζ	21 11	+30 1	3,4	K0	28	20 8	+36 42	4,8	B2p				
ι	19 28	+51 37	3,9	A2	59	20 58	+47 20	4,9	B0p				
ξ	21 3	+43 44	3,9	K5	15	19 42	+37 14	5,0	K0				
τ	21 13	+37 50	3,9	F0	74	21 35	+40 11	5,1	A5				
k	19 16	+53 17	4,0	K0	71	21 28	+46 19	5,3	K0				
ν	20 55	+40 58	4,0	A0	61	21 5	+38 30	5,6	K5				

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Delphinus													
β	20	35	+14	25	3,7	F5	δ	20	41	+14	54	4,5	A5
α	20	37	+15	44	3,9	B8	γ^2	20	44	+15	57	4,5	G5
ε	20	31	+11	8	4,0	B5							
Dorado													
α	4	33	—55	9	3,5	A0p	δ	5	45	—65	45	4,5	A5
Draco													
γ	17	56	+51	30	2,4	K5	ω	17	37	+68	47	4,9	F5
η	16	23	+61	36	2,9	G5	ψ	17	43	+72	10	4,9	F5
β	17	29	+52	20	3,0	G0	ϕ	18	50	+59	20	4,9	K0
ζ	17	9	+65	47	3,2	B5	9 H.	10	31	+75	58	5,0	G5
δ	19	13	+67	34	3,2	K0	A	16	28	+68	53	5,0	B8p
ι	15	24	+59	8	3,5	K0	35	17	52	+76	58	5,0	F5
α	14	3	+64	37	3,6	A0p	36	18	14	+64	23	5,0	F5
χ	18	22	+72	43	3,7	F8	12 H.	15	45	+62	45	5,1	A2
κ	12	31	+70	4	3,9	B5p	87 B.	16	6	+67	57	5,4	A0
ξ	17	53	+56	53	3,9	K0	50	18	48	+75	23	5,4	A0
ε	19	48	+70	8	4,0	K0	3	11	40	+67	1	5,5	K0
λ	11	28	+69	37	4,1	M0	61 B.	14	50	+59	30	5,7	K2
ϑ	16	1	+58	47	4,1	F8	76	20	46	+80	21	5,7	A0
1 H.	9	30	+81	33	4,6	K2	204 B.	18	46	+52	56	5,8	B5
τ	19	17	+73	16	4,6	K0	Br. 1508	10	56	+78	2	6,3	G5
114 B.	16	44	+56	52	4,9	F0	Grb. 3241	20	30	+72	22	6,4	K2
Equuleus													
α	21	13	+ 5	2	4,1	A3 F8—							

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Eridanus													
α	1 36	—57 29	0,6	B5	43	4 22	—34 7	4,1	K5				
β	5 5	— 5 9	2,9	A3	ν	4 34	— 3 27	4,1	B2				
γ	3 56	—13 39	3,2	K5	τ^3	3 0	—23 49	4,2	A3				
δ^1	2 56	—40 30	3,4	A2	138 G.	3 48	—36 21	4,2	K0				
δ	3 41	— 9 56	3,7	K0	μ	4 43	— 3 21	4,2	B5				
φ	2 15	—51 45	3,8	B8	82 G.	3 18	—43 16	4,3	G5				
ε	3 31	— 9 38	3,8	K0	τ^5	3 32	—21 48	4,3	B8				
53	4 36	—14 24	4,0	K0	τ^6	3 45	—23 24	4,3	F8				
η	2 54	— 9 6	4,1	K0	τ^2	2 49	—21 13	4,8	K0				
σ^1	4 9	— 6 58	4,1	F2	ζ	3 13	— 9 0	4,9	A3				
Fornax													
α	3 10	—29 11	4,0	F8	μ	2 11	—30 57	5,2	A0				
β	2 47	—32 37	4,5	K0	κ	2 20	—24 3	5,4	F5				
Gemini													
β	7 42	+28 9	1,2	K0	η	6 12	+22 31	3,8	M0				
α	7 31	+32 0	1,6	A0	ζ	7 1	+20 39	3,9	G0p				
γ	6 35	+16 27	1,9	A0	ι	7 23	+27 54	3,9	K0				
μ	6 20	+22 32	3,2	M0	ν	6 26	+20 15	4,1	B5				
ξ	6 42	+12 57	3,4	F5	ρ	7 26	+31 53	4,2	F0				
δ	7 17	+22 5	3,5	F0	λ	6 1	+23 16	4,3	G5				
θ	6 50	+34 1	3,6	A2	φ^1	7 50	+26 54	5,0	A2				
λ	7 10	+16 38	3,7	A2	χ	8 0	+27 56	5,0	K0				
κ	7 41	+24 31	3,7	G5	51	7 11	+16 15	5,3	M3				
Grus													
α	22 5	—47 12	2,2	B5	ε	22 46	—51 35	3,7	A2				
β	22 40	—47 9	2,2	M3	ι	23 8	—45 31	4,1	K0				
γ	21 51	—37 36	3,2	B8									

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Hercules													
β	16 28	+21 36	2,8	K0	Grb. 2415 49	θ	17 55	+37 15	4,0	K0			
ζ	16 39	+31 42	3,0	G0		φ	16 7	+45 4	4,3	B9p			
δ	17 13	+24 54	3,2	A2		σ	16 32	+42 32	4,3	A0			
π	17 13	+36 52	3,4	K5		110	18 43	+20 30	4,3	F5			
α^1	17 12	+14 27	3,5	M3		ω	16 23	+14 9	4,5	A0p			
μ	17 44	+27 45	3,5	G5		λ	17 29	+26 9	4,5	K0			
η	16 41	+39 1	3,6	K0		χ	15 51	+42 35	4,6	G0			
γ	16 20	+19 16	3,8	F0		κ^1	16 6	+17 11	5,3	G5			
ι	17 38	+46 2	3,8	B3		59	17 0	+33 38	5,3	A2			
ξ	17 56	+29 15	3,8	K0		53	16 51	+31 47	5,4	F0			
σ	18 6	+28 45	3,8	A0		72	17 19	+32 32	5,4	G0			
τ	16 18	+46 26	3,9	B5		89	17 53	+26 3	5,5	F5p			
ϵ	16 58	+31 0	3,9	A0		17 6	+40 35	6,3	A2				
109	18 22	+21 45	3,9	K0		16 50	+15 3	6,4	A0p				
Horologium													
α	4 12	-42 25	3,8	K0	38 G.	3 11	-57 30	5,7	M0				
μ	3 2	-59 56	5,2	F0									
Hydra													
α	9 25	- 8 26	2,2	K2	Br. 1197	θ	9 12	+ 2 32	3,8	A0			
ζ	8 53	+ 6 8	3,3	K0		λ	10 8	-12 6	3,8	K0			
γ	13 16	-22 54	3,3	G5		μ	8 23	- 3 45	4,0	A0			
ν	10 47	-15 56	3,3	K0		δ	10 24	-16 35	4,1	K5			
ϵ	8 44	+ 6 36	3,5	F8		σ	8 35	+ 5 53	4,2	A0			
π	14 4	-26 27	3,5	K0			8 36	+ 3 31	4,5	K0			
ξ	11 31	-31 35	3,7	G5									
Hydrus													
β	0 23	-77 33	2,9	G0	λ	0 47	-75 12	5,0	K5				
α	1 57	-61 49	3,0	F0	μ	2 33	-79 20	5,3	K0				
γ	3 48	-74 24	3,2	M0	ι	3 17	-77 34	5,5	F2				
δ	2 21	-68 53	4,3	A2	θ	3 2	-72 6	5,5	B8				
ϵ	2 39	-68 29	4,3	B9									

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Indus													
α	20	34	-47	28	3,2	K0	ϵ	22	0	-57	0	4,7	K5
β	20	51	-58	39	3,7	K0	ϱ	22	51	-70	20	6,1	G0
Lacerta													
α	22	29	+50	1	3,9	A0	10	22	37	+38	47	4,9	Oe5
1 H.	22	12	+39	28	4,6	K2	13	22	42	+41	33	5,2	K0
β	22	22	+51	59	4,6	K0							
Leo													
α	10	6	+12	13	1,3	B8	σ	11	19	+6	18	4,1	A0
β	11	47	+14	51	2,2	A2	ι	11	21	+10	48	4,1	F5
γ^1	10	17	+20	6	2,6	K0	54	10	53	+25	1	4,5	A0
δ	11	11	+20	48	2,6	A3	ν	11	34	-0	33	4,5	K0
ϵ	9	43	+24	0	3,1	G0p	93	11	45	+20	30	4,5	F8
μ	5	11	-16	16	3,3	A0p	χ	11	2	+7	36	4,7	F0
θ	11	12	+15	42	3,4	A0	π	9	59	+8	17	4,9	M0
η	10	5	+17	0	3,6	A0p	ξ	9	29	+11	31	5,1	G5
ζ	10	14	+23	40	3,7	F0	58	10	58	+3	53	5,1	K0
\omicron	9	38	+10	7	3,8	F5-A3	τ	11	25	+3	8	5,2	K0
ϱ	10	30	+9	34	3,9	B0p	53	10	47	+10	49	5,3	A0
μ	9	50	+26	15	4,1	K0	65	11	4	+2	14	5,7	G5
Leo Minor													
46	10	51	+34	29	3,9	K0	15	9	45	+46	15	5,2	G0
β	10	25	+36	58	4,4	K0	19	9	55	+41	18	5,2	F5
10	9	31	+36	37	4,6	G5	42	10	43	+30	57	5,4	B9
41	10	41	+23	27	5,1	A2							
Lepus													
α	5	31	-17	51	2,7	F0	ζ	5	45	-14	50	3,7	A2
β	5	26	-20	48	3,0	G0	η	5	54	-14	11	3,8	F0
ϵ	5	3	-22	26	3,3	K5	δ	5	49	-20	53	3,9	K0

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Libra													
β	15 14	— 9 12	2,7	B8	α^1	14 48	—15 47	5,3	F5				
α^2	14 48	—15 50	2,9	A3	δ	14 58	— 8 19	5,5	A0				
σ	15 1	—25 5	3,4	M3	ξ^2	14 54	—11 13	5,6	K0				
γ	15 33	—14 37	4,0	K0	32	15 25	—16 33	5,9	K0				
ι	15 9	—19 36	4,7	A0p	2	14 21	—11 29	6,3	K0				
λ	15 50	—20 1	5,1	B3	30	15 19	—14 57	6,7	K2				
Lupus													
β	14 55	—42 56	2,8	B2p	γ	15 32	—41 0	3,0	B3				
α	14 39	—47 10	2,9	B2	ζ	15 9	—51 55	3,5	K0				
Lynx													
α	9 18	+34 36	3,3	K5	27	8 5	+51 39	4,9	A2				
2	6 15	+59 2	4,4	A0	36	9 11	+43 26	5,3	B8				
31	8 19	+43 21	4,4	K5	26	7 51	+47 42	5,7	K0				
15	0 53	+58 29	4,5	G0	110 B.	8 30	+38 11	6,1	K0				
24	7 39	+58 50	5,0	A2	8	6 33	+61 32	6,1	G0				
Lyra													
α	18 35	+38 44	0,1	A0	R	18 54	+43 53	4,7	M3				
γ	18 57	+32 37	3,3	A0p	ι	19 6	+36 1	5,1	B5				
β	18 48	+33 18	3,8	B8p	5 B.	18 14	+42 8	5,4	B5				
ϑ	19 15	+38 3	4,5	K0									
Mensa													
δ	4 21	—80 20	5,6	K0p	31 G.	5 40	—84 49	6,2	A0				
ξ	5 4	—82 32	5,9	K0									

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Microscopium													
γ ϑ^1	20 58 21 18	—32 27 —41 1	4,7 4,9	G5 A2p	58 G.	21 10	—27 49	5,6	K5				
Monoceros													
8 18 S	6 21 6 45 6 38	+ 4 37 + 2 28 + 9 57	4,5 4,7 4,8	A5 K0 Oe5	10 25	6 26 7 35	— 4 44 — 4 0	5,0 5,2	B3 F5				
Musca													
α	12 34	—68 52	2,9	B3	δ	12 59	—71 17	3,6	K2				
Norma													
γ^2	16 16	—50 2	4,1	K0									
Octans													
β χ α ζ ι σ 4 G. V	22 41 18 24 20 59 9 4 12 50 20 15 1 40 23 21	—81 39 —87 39 —77 13 —85 28 —84 51 —89 8 —85 1 —87 45	4,3 5,2 5,2 5,4 5,4 5,5 5,6 5,6	F0 K0 F2 F0 K0 F0 K0 K0	κ ϱ υ 26 G. η 7 G. 20 G. 1848 Lac.	13 32 15 32 22 23 16 42 11 00 7 5 15 0 2 38	—85 32 —84 18 —86 13 —86 17 —84 19 —86 57 —87 57 —88 22	5,7 5,7 5,7 6,1 6,3 6,4 6,5 8,4 2	A2 A2 K0 A0 A0 F2 A2 G5				

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Ophiucus													
α	17	33	+12	36	2,1	A5	γ	17	45	+ 2	43	3,7	A0
η	17	5	-15	40	2,6	A2	72	18	5	+ 9	34	3,7	A3
ζ	16	34	-10	28	2,7	B0	λ	16	28	+ 2	6	3,9	A0
β	17	41	+ 4	35	2,9	K0	67	17	58	+ 2	56	4,0	B5p
δ	16	12	- 3	34	3,0	M0	70	18	3	+ 2	30	4,1	K0
ϵ	16	16	- 4	34	3,3	K0	44	17	23	-24	8	4,3	F0
κ	16	55	+ 9	27	3,4	K0	σ	17	24	+ 4	11	4,4	K0
θ	17	19	-24	57	3,4	B3	30	16	58	- 4	9	5,0	K0
ν	17	56	- 9	46	3,5	K0							
Orion													
β	5	12	- 8	15	0,3	B8p	π^3	4	47	+ 6	53	3,3	F8
α	5	52	+ 7	24	0,8	M0	τ	5	15	- 6	54	3,7	B5
γ	5	22	+ 6	18	1,7	B2	π^5	4	52	+ 2	21	3,9	B3
ϵ	5	34	- 1	14	1,8	B0	ν	6	5	+14	47	4,4	B2
ζ^1	5	38	- 1	58	2,1	B0	ψ^1	5	32	+ 9	27	4,5	B0
κ	5	45	- 9	41	2,2	B0	11	5	2	+15	20	4,7	B9
δ	5	29	- 0	20	2,5	B0	22	5	17	- 0	26	4,7	B3
ι	5	33	- 5	56	2,9	Oe5							
Pavo													
α	20	22	-56	55	2,1	B3	ϵ	19	55	-73	3	4,1	A0
η	17	41	-64	42	3,6	K0	γ	21	21	-65	36	4,3	F8
β	20	41	-66	23	3,6	A5	λ	18	48	-62	15	4,4	B2
ζ	18	37	-71	28	4,1	K0							

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Pegasus													
ϵ	21	42	+ 9	39	2,5	K0	π	22	8	+32	56	4,4	F5
β	23	1	+27	49	2,6	M0	ν	23	23	+23	8	4,6	G0
α	23	2	+14	56	2,6	A0	55	23	4	+ 9	8	4,7	M0
γ	0	11	+14	54	2,9	B2	τ	23	18	+23	28	4,7	A5
η	22	41	+29	58	3,1	G0	70	23	27	+12	29	4,7	K0
ζ	22	39	+10	34	3,6	B8	ψ	23	55	+24	52	4,8	M0
δ	22	8	+ 5	57	3,7	A2	16	21	51	+25	41	5,1	B3
μ	22	48	+24	20	3,7	K0	59	23	9	+ 8	27	5,2	A3
ι	22	5	+25	6	4,0	F5	72	23	31	+31	3	5,2	K2
λ	22	44	+23	18	4,1	K0	φ	23	50	+18	51	5,2	M0
1	21	20	+19	29	4,3	K0	20	21	59	+12	53	5,7	F2
Perseus													
α	3	21	+49	41	1,9	F5	ξ	3	56	+35	39	4,1	Oe5
β	3	5	+40	46	2,9	B8	φ	1	41	+50	26	4,2	B0p
ζ	3	51	+31	44	2,9	B1	δ	2	41	+49	1	4,2	F8
ϵ	3	54	+39	52	3,0	B1	μ	4	11	+48	17	4,3	G0
γ	3	1	+53	19	3,1	F5-A3	σ	3	27	+47	49	4,6	K0
δ	3	39	+47	38	3,1	B5	31	22	19	+11	57	4,9	B3p
ϱ	3	2	+38	39	3,7	M3	54	4	17	+34	27	5,1	G5
μ	3	42	+42	25	3,9	F5	6	2	10	+50	50	5,4	K0
η	2	47	+55	41	4,0	K0	2	1	49	+50	33	5,6	B9
48	4	5	+47	35	4,0	B3p	57	4	30	+42	58	6,1	F0
τ	2	51	+52	34	4,1	G0-A5							
Phoenix													
β	1	4	-46	59	3,4	K0	ψ	1	52	-46	33	4,4	M3
γ	1	26	-43	34	3,4	K5	μ	0	39	-46	22	4,7	K0
ϵ	0	7	-46	2	3,9	K0	ι	23	32	-42	54	4,8	A2p
α	0	24	-42	35	4,4	K0							

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Pictor													
α	6	48	—61	53	3,3	A5	20 G.	5	29	—47	7	5,5	G5
Pisces													
η	1	29	+15	5	3,7	G5	ν	1	17	+27	0	4,7	A2
γ	23	15	+3	1	3,9	K0	ν	1	39	+5	14	4,7	K0
ω	23	57	+6	35	4,0	F5	30	23	59	—6	17	4,7	M3
ι	23	37	+5	21	4,3	F8	ξ	1	51	+2	56	4,8	K0
ϵ	1	0	+7	37	4,5	K0	κ	23	24	+0	59	4,9	A2p
σ	1	43	+8	54	4,5	K0	89	1	15	+3	20	5,3	A2
ϑ	23	24	+6	6	4,5	G5	41	0	18	+7	54	5,6	K0
46	0	46	+7	18	4,6	K5	ζ	1	11	+7	14	5,6	A5
β	23	1	+3	33	4,6	B5p	π	1	34	+11	53	5,6	F0
λ	23	40	+1	30	4,6	A5	72	1	2	+15	41	5,7	F2
33	0	3	—6	0	4,7	K0	44	0	23	+1	40	6,0	G5
τ	1	9	+29	49	4,7	K0							
Piscis Austrinus													
α	22	55	—29	53	1,3	A3	ϵ	22	38	—27	18	4,2	B8
Puppis													
ζ	8	2	—39	52	2,3	Od	σ	7	28	—43	12	3,3	K5
π	7	15	—37	0	2,7	K5	ξ	7	47	—24	44	3,5	G0p
τ	6	49	—50	33	2,8	K0	4	7	44	—14	26	5,1	F0
ϱ	8	5	—24	10	2,9	F5	20	8	11	—15	38	5,1	G5
ν	6	36	—43	9	3,2	B8	1 G.	6	3	—45	2	6,2	F8
Pyxis													
α	8	42	—33	0	3,7	B2	ϑ	9	19	—25	45	4,9	M0

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Retiċulum													
α	4	14	—62	36	3,4	G5	δ	3	58	—61	32	4,4	M0
Sagitta													
λ	18	25	—25	27	2,9	K0	δ	19	45	+18	25	3,8	M0—
γ	19	57	+19	21	3,7	K5	β	19	39	+17	22	4,5	A0 K0
Sagittarius													
ε	18	21	—34	25	2,0	A0	ι	19	52	—42	0	4,2	K0
σ	18	52	—26	22	2,1	B3	62	20	0	—27	51	4,6	M3
ζ	18	59	—29	57	2,7	A2	52	19	34	—25	0	4,7	B9
δ	18	18	—29	51	2,8	K0	ψ	19	12	—25	21	4,9	F5
π	19	7	—21	6	3,0	F2	43	19	15	—19	3	5,0	K0
γ	18	2	—30	26	3,1	K0	56	19	43	—19	53	5,1	K0
η	18	14	—36	47	3,2	M3	61	19	55	—15	38	5,1	A0
φ	18	43	—27	3	3,3	B8	54	19	38	—16	25	5,5	K0
μ	18	11	—21	5	4,0	B8p	30	18	48	—22	13	6,2	F0
Scorpius													
α	16	26	—26	19	1,2	M0-A3	τ	16	33	—28	7	2,9	B0
λ	17	30	—37	4	1,7	B2	π	15	56	—25	58	3,0	B2
θ	17	34	—42	58	2,0	F0	σ	16	18	—25	28	3,1	B1
ε	16	47	—34	12	2,4	K0	μ^1	16	48	—37	58	3,1	B3p
δ	15	57	—22	29	2,5	B0	ι^1	17	44	—40	7	3,1	F5p
κ	17	39	—39	0	2,5	B2	η	17	9	—43	11	3,4	F2
ν	17	27	—37	15	2,8	B3	Br.	16	39	—17	39	5,0	K0
β^1	16	3	—19	45	2,9	B1	2114						
Sculptor													
α	0	55	—29	36	4,4	B5	δ	23	46	—28	24	4,6	A0
γ	23	15	—32	48	4,5	K0	ε	1	43	—25	18	5,4	F0
β	23	30	—38	6	4,5	B9							

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Scutum													
α	18 32	— 8 17	4,1	K0	δ	18 40	— 9 6	4,7	F0				
β	18 45	— 4 48	4,5	G0									
Serpens													
α	15 42	+ 6 35	2,8	K0	γ	15 54	+15 49	3,9	F5				
η	18 19	— 2 55	3,4	K0	κ	15 46	+18 18	4,3	K5				
μ	15 47	— 3 17	3,6	A0	ϑ^1	18 54	+ 4 8	4,5	A5				
ξ	17 35	—15 22	3,6	A5	3	15 13	+ 5 7	5,4	K0				
β	15 44	+15 35	3,7	A2	60	18 27	— 2 1	5,4	K0				
ϵ	15 48	+ 4 38	3,8	A2	τ^1	15 23	+15 36	5,5	M0				
Sextans													
ϵ	10 15	— 7 49	5,4	F0	33	10 39	— 1 29	6,4	K0				
6	9 49	— 4 0	6,0	A2	34	10 40	+ 3 51	6,6	F5				
Taurus													
α	4 33	+16 25	1,1	K5	5	3 28	+12 46	4,3	K0				
β	5 23	+28 34	1,8	B8	μ	4 13	+ 8 46	4,3	B3				
η	3 44	+23 57	3,0	B5p	τ	4 39	+22 52	4,3	B5				
ζ	5 35	+21 7	3,0	B3p	37	4 2	+21 57	4,5	K0				
ϵ	4 26	+19 4	3,6	K0	136	5 50	+27 36	4,5	A0				
σ	3 22	+ 8 51	3,8	G5	ι	5 0	+21 31	4,7	A5				
ξ	3 24	+ 9 34	3,8	B8	97	4 48	+18 45	5,1	F0				
ν	4 1	+ 5 51	3,9	A0	43	4 8	+26 21	5,6	F0				
γ	4 17	+15 31	3,9	K0	44	4 6	+19 29	5,7	G5				
δ	4 20	+17 26	3,9	K0	11	3 38	+25 10	6,2	A0				
λ	3 58	+12 21	4,0	B3									
Telescopium													
α	18 23	—46 0	3,8	B3	59 G.	19 25	—54 26	5,6	K2				

V. A fényesebb csillagok

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Triangulum													
β	2	7	+34 45	3,1	A5		γ	2	14	+33 37	4,1	A0	
α	1	50	+29 20	3,6	F5								
Triangulum Australe													
α	16	43	—68 56	1,9	K2		γ	15	14	—68 30	3,1	A0	
β	15	51	—63 17	3,0	F0								
Tucana													
α	22	15	—60 31	2,9	K2		ε	23	57	—65 51	4,7	B9	
γ	23	15	—58 31	4,1	F2		κ^2	1	14	—69 8	5,1	F8	
ζ	0	18	—65 10	4,3	F8								
Ursa Maior													
ε	12	52	+56 14	1,7	A0p		23	9	28	+63 17	3,8	F0	
η	13	46	+49 34	1,9	B3		ν	9	47	+59 16	3,9	F0	
α	11	1	+62 1	2,0	K0		χ	11	43	+48 3	3,9	K0	
β	10	59	+56 39	2,4	A0		24	9	30	+70 3	4,6	G0	
ζ^1	13	22	+55 11	2,4	A2p		36	10	27	+56 14	4,8	F5	
γ	11	51	+53 58	2,5	A0		σ^2	9	6	+67 20	4,9	F8	
ι	8	56	+48 14	3,1	A5		30 H.	10	21	+65 49	4,9	A0	
μ	10	19	+41 45	3,2	K5		3 H.	8	8	+68 37	5,5	G5	
φ	11	7	+44 46	3,2	K0		19	16	12	+76 0	5,5	B8	
θ	9	30	+51 54	3,3	F8p		32	10	14	+65 22	5,7	A3	
δ	12	13	+57 19	3,4	A2		76	12	39	+62 59	5,9	A0	
σ	8	26	+60 53	3,5	G0		27 B.	8	36	+52 53	6,0	K0	
λ	10	14	+43 10	3,5	A2		109 B.	9	54	+73 7	6,0	K0	
κ	9	0	+47 21	3,7	A0		Grb. 1930	11	50	+38 5	6,5	G5	
ν	11	16	+33 22	3,7	K0								
Ursa Minor													
α	1	48	+89 2	2,1	F8		δ	17	48	+86 35	4,4	A0	
β	14	51	+74 22	2,2	K5		4	14	9	+77 47	5,0	K0	
γ	15	21	+72 1	3,1	A2		η	16	19	+75 52	5,0	F0	
ζ	15	46	+77 57	4,3	A2		Grb. 2196	14	54	+82 43	5,7	G0	
5	14	28	+75 55	4,4	K2		9 B.	13	25	+72 39	6,1	K5	
ε	16	51	+82 7	4,4	G5		λ	18	22	+89 3	6,6	M3	

katalógusa

Csillag	RA		D		m	sp	Csillag	RA		D		m	sp
	h	m	°	'				h	m	°	'		
Vela													
γ	8	8	—47	11	1,9	Oap	μ	10	45	—49	9	2,9	G5
δ	8	43	—54	31	2,0	A0	ψ	9	29	—40	15	3,6	F5
λ	9	6	—43	14	2,2	K5	φ	9	55	—54	20	3,7	B5
κ	9	21	—54	48	2,6	B3	191 G.	10	13	—41	52	4,1	A2
Virgo													
α	13	23	—10	54	1,2	B2	κ	14	10	—10	3	4,3	K0
γ	12	39	—1	11	2,9	F0	θ	13	7	—5	16	4,5	A0
ε	13	0	+11	14	3,0	K0	π	11	58	+6	54	4,6	A3
ζ	13	32	—0	20	3,4	A2	λ	14	16	—13	9	4,6	A2
δ	12	53	+3	40	3,7	M0	χ	12	37	—7	43	4,8	K0
β	11	48	+2	3	3,8	F8	ψ	12	52	—9	16	4,9	M3
109	14	44	+2	6	3,8	A0	ϱ	12	39	+10	31	5,0	A0
η	12	17	—0	23	4,0	A0	φ	14	26	—2	0	5,0	K0
μ	14	40	—5	27	4,0	F5	89	13	47	—17	53	5,1	K0
ν	11	43	+6	49	4,2	M0	70	13	26	+14	3	5,2	G0
σ	12	3	+9	2	4,2	G5	82	13	39	—8	27	5,2	M0
ι	14	13	—5	46	4,2	F5	68	13	24	—12	27	5,6	K2
τ	13	59	+1	47	4,3	A2	94	14	4	—8	39	6,6	K0
							35	12	45	+3	51	6,7	M0
Volans													
γ^2	7	9	—70	25	3,9	K0	δ	7	17	—67	52	4,0	F5
Vulpecula													
α	19	27	+24	34	4,6	M0	24	20	15	+24	31	5,5	K0
32	20	52	+27	52	5,2	K5							

Br.: Bradley
Grb.: Groombridge

VI. Fényesebb periodikus változócsillagok

Csillag	RA h m		D ° '		m _{max}	m _{min}	Periódus (Max. 1965-ben) (1)	Típus (2)
R And	00	21,2	+38	18	6,1	14,9	409 ^d 5 (okt. 26.)	Mira
W And	02	14,4	+44	04	6,7	14,5	397,0 (febr. 26.)	Mira
R Aqr	23	41,2	—15	33	5,8	11,5	386,9 (máj. 31.)	Mira
R Aql	19	04,0	+ 8	09	5,7	12,0	300,3 (júl. 17.)	Mira
U Aql	19	27,7	— 7	09	6,8	8,0	7,02393	Cep
FF Aql	18	57,7	+17	18	5,8	6,3	4,47096	Cep
η^* Aql	19	49,9	+ 0	53	4,1	5,2	7,17664	Cep
U Ari	03	06,3	+14	38	7,2	15,2	371,4 (jan. 23.)	Mira
R Aur	05	13,2	+53	32	6,7	13,7	458,9 (nov. 14.)	Mira
RT Aur	06	25,4	+30	35	5,3	6,5	3,72826	Cep
WW Aur	06	29,1	+32	34	5,7	6,4	2,52502	Alg
AR Aur	05	14,9	+33	43	5,8	6,5	4,13466	Alg
ε Aur	04	59,4	+43	45	3,7	4,5	9883 (—)	Alg
ζ Aur	04	59,0	+41	01	5,0	5,6	972,2 (—)	Alg
R Boo	14	35,0	+26	57	6,7	12,8	223,3 (jún. 26.)	Mira
V Boo	14	27,7	+39	05	7,0	11,3	258,2 (máj. 20.)	Mira
ZZ Boo	13	53,9	+26	09	7,0	7,8	4,99175	Alg
T Cam	04	33,5	+66	03	7,3	14,2	374,0 (szept. 6.)	Mira
R Cnc	08	13,8	+11	53	6,2	11,8	362,1 (márc. 13.)	Mira
R CVn	13	46,8	+39	47	7,3	12,9	328,2 (aug. 9.)	Mira
R CMa	07	17,4	—16	18	6,2	6,8	1,13594	Alg
R Cas	23	54,8	+51	07	5,5	13,0	431,2 (jún. 20.)	Mira
RZ Cas	02	44,3	+69	26	6,4	7,9	1,19525	Alg
SU Cas	02	47,4	+68	41	6,2	6,8	1,94932	Cep
YZ Cas	00	42,3	+74	43	5,6	6,0	4,46722	Alg
T Cep	21	08,9	+68	17	5,4	11,0	389,7 (ápr. 13.)	Mira
δ Cep	22	27,3	+58	10	4,1	5,2	5,36634	Cep
σ Cet	02	16,8	— 3	12	2,0	10,1	331,6 (febr. 1.)	Mira
S CBn	15	19,4	+31	33	6,6	14,0	360,7 (máj. 1.)	Mira

- (1) Csak hosszúperiódusú csillagok esetén megadva
(2) Cep = cefeida; Alg = Algol.

katalógusa — 20° deklinációig

Csillag	RA h m		D ° '		m _{max}	m _{min}	Periódus (Max. 1965-ben) (1)	Típus (2)
R Cyg	19	35,5	+50	05	6,5	14,2	426 ^d ₃ (szept. 20.)	Mira
U Cyg	20	18,0	+49	05	6,7	11,4	464,7 (aug. 21.)	Mira
X Cyg	20	41,6	+35	24	6,5	8,2	16,3866	Cep
Y Cyg	20	50,1	+34	28	7,2	7,8	2,99633	Alg
RT Cyg	19	42,0	+48	39	6,4	12,7	190,4 (máj. 3.) (nov. 9.)	Mira
SU Cyg	19	42,8	+29	02	6,8	7,7	3,84566	Cep
DT Cyg	21	04,4	+30	49	6,0	6,5	2,49934	Cep
V367 Cyg	20	46,1	+39	06	7,4	8,1	18,5972	β Lyr
χ Cyg	19	48,6	+32	47	3,3	14,2	406,4 (ápr. 26.)	Mira
R Dra	16	32,5	+66	51	6,9	13,0	245,5 (ápr. 26.)	Mira
R Gem	07	04,4	+22	47	6,0	14,0	369,9 (aug. 31.)	Mira
W Gem	06	32,1	+15	22	6,9	7,9	7,91467	Cep
ζ Gem	07	02,8	+20	39	4,4	5,2	10,15172	Cep
S Her	16	49,4	+15	01	7,0	13,8	307,4 (jún. 15.)	Mira
U Her	16	23,6	+19	00	7,0	13,4	406,0 (ápr. 22.)	Mira
u Her	17	15,5	+33	09	4,6	5,3	2,05103	β Lyr
AR Lac	22	06,5	+45	30	6,9	7,7	1,98322	Alg
R Leo	09	44,9	+11	40	5,4	10,5	312,6 (máj. 20.)	Mira
R LMi	09	42,6	+34	44	6,3	13,2	372,3 (jan. 18.)	Mira
R Lep	04	57,3	—14	54	5,9	10,5	432,4 (dec. 2.)	Mira
δ Lib	14	57,3	— 8	18	4,8	5,9	2,32735	Alg
R Lyn	06	57,2	+55	24	7,2	14,0	378,6 (dec. 8.)	Mira
RR Lyn	06	22,2	+56	19	5,6	6,0	9,94502	Alg
RR Lyr	19	23,7	+42	41	6,9	8,0	0,56684	RR Lyr
β Lyr	18	48,2	+33	18	3,4	4,3	12,90795	β Lyr

VI. Fényesebb periodikus változócsillagok katalógusa

Csillag	RA h m		D ° '		m _{max}	m _{min}	Periódus (Max. 1965-ben) (1)	Típus (2)
T Mon	06	22,5	+ 7	07	6,4	8,0	27 ^d 0205	Cep
V Mon	06	20,2	—02	10	6,0	13,7	334,7 (júl. 3.)	Mira
R Oph	17	04,9	—16	02	7,0	13,6	302,4 (márc. 15.)	Mira
U Oph	17	14,0	+ 1	16	5,8	6,5	1,67735	Alg
X Oph	18	35,9	+ 8	42	5,9	9,2	334,2 (febr. 16.)	Mira
U Ori	05	52,8	+20	10	5,3	12,6	372,2 (jún. 7.)	Mira
β Per	03	04,9	+40	46	2,2	3,5	2,86734	Alg
S Sge	19	53,8	+16	30	5,9	7,0	8,38216	Cep
U Sge	19	16,6	+19	31	6,3	9,9	3,38062	Alg
Y Sgr	18	18,4	—18	53	5,9	7,0	5,77335	Cep
V505 Sgr	19	50,3	—14	44	6,4	7,6	1,18287	Alg
R Ser	15	48,4	+15	15	5,7	14,4	356,8 (febr. 12.)	Mira
SZ Tau	04	34,3	+18	27	7,1	7,7	3,14899	Cep
λ Tau	03	57,9	+12	21	3,5	4,0	3,95295	Alg
R Tri	02	34,0	+34	03	5,7	12,6	266,4 (febr. 12., nov. 5.)	Mira
R UMa	10	41,2	+69	03	6,7	13,4	301,7 (júl. 21.)	Mira
T UMa	12	34,1	+59	46	6,6	13,4	256,9 (aug. 22.)	Mira
R Vir	12	36,0	+ 7	16	6,2	12,1	145,6 (ápr. 7., aug. 30.)	Mira
S Vir	13	30,4	— 6	56	6,3	13,2	378,0 (nov. 8.)	Mira
SS Vir	12	22,7	+ 1	05	6,0	9,6	354,7 (máj. 22.)	Mira
T Vul	20	49,4	+28	04	5,8	6,8	4,45558	Cep

VII. Kettős és többszörös csillagok katalógusa

(Kisebb távcsővel is megfigyelhető optikai és fizikai kettős és többszörös csillagok, — 20° deklinációig.)

Csillag	RA h m	D ° '	Fényesség m	Távolság ''
γ And	2 00,8	+42 06	2,3—5,1	9,9
53 Aqr	22 23,8	—17 00	6,4—6,5	4,6
107 Aqr	23 43,4	—18 57	5,8—6,8	6,0
57 Aql	19 51,9	— 8 21	5,8—6,5	36
γ Ari	1 50,8	+19 03	4,7—4,8	8,4
λ Ari	1 55,1	+23 20	4,8—7,6	37
κ Boo	14 11,7	+52 01	4,6—6,6	13
Σ 1835 (Boo)	14 20,9	+ 8 40	5,1—6,6	6,3
π Boo	14 38,4	+16 38	4,9—6,0	5,7
ε Boo	14 42,8	+27 17	2,7—5,1	2,7
39 Boo	14 48,0	+48 55	5,8—6,5	3,0
ξ Boo	14 49,1	+19 19	4,8—6,9	6,8*
μ Boo	15 22,6	+37 31	4,5—6,2	108
1 Cam	4 28,1	+53 48	5,7—7,7	10
32 Cam	12 48,6	+83 41	5,3—5,8	22
ζ Cnc	8 09,3	+17 48	5,6—5,9—6,0	1,2* 5,8
ι Cnc	8 43,7	+28 57	4,2—6,7	31
α CVn	12 53,7	+38 35	2,9—5,4	20
α Cap	20 15,4	—12 42	3,8—4,5	377
β Cap	20 17,6	—14 58	3,2—6,1	205
η Cas	0 46,1	+57 33	3,7—7,5	11*
ξ Cep	22 02,2	+64 23	4,6—6,4	7,5
δ Cep	22 27,3	+68 10	(¹)—7,5	41
χ Cet	1 39,3	—11 34	4,8—6,8	186
γ Cet	2 40,7	+ 3 02	3,7—6,2	3,0
24 Com	12 32,6	+18 39	5,2—6,7	20
17 Com	12 26,4	+26 11	4,8—6,0	145
Σ 1669 (Crv)	12 38,7	—12 44	6,0—6,0	5,7

(*) Változó távolság

(¹) Változócsillag 3,7—4,7^m között.

VII. Kettős és többszörös csillagok

Csillag	RA h m	D ° '	Fényesség m	Távolság "
ζ CrB	15 37,5	+36 48	4,1—6,0	6,3
σ CrB	16 12,8	+33 59	5,8—6,7	6,2
β Cyg ⁽¹⁾	19 28,7	+27 51	3,3—5,3	34
α_2 Cyg	20 12,1	+46 36	3,7—6,5	107
β_1 Cyg	21 04,4	+38 28	5,6—6,3	28*
γ Del	20 44,4	+15 57	4,5—5,5	10,3
17—16 Dra	16 35,0	+53 01	4,6—5,0	90
17 Dra	16 35,0	+53 02	5,0—6,0	3,4
ν Dra	17 31,3	+55 12	5,0—5,0	62
ψ Dra	17 42,8	+72 11	4,0—5,2	30
40—41 Dra	18 03,8	+80 00	5,4—6,1	19
32 Eri	3 51,8	— 3 06	5,0—6,4	6,8
20 Gem	6 29,4	+17 49	6,0—6,9	20
α Gem ⁽²⁾	7 31,4	+32 00	2,0—2,9	2,1*
κ Her	16 05,8	+17 11	5,3—6,5	29
37—36 Her	16 38,2	+ 4 19	5,7—6,9	70
α Her	17 12,4	+14 27	⁽³⁾ —5,4	4,6
ϱ Her	17 22,0	+37 11	4,5—5,5	4,0
95 Her	17 59,4	+21 36	5,1—5,2	6,3
100 Her	18 05,8	+26 05	5,9—6,0	14
Σ 1245 (Hya)	8 33,2	+ 6 48	6,0—7,0	10
8 Lac	22 33,6	+39 23	6,0—6,5	22
γ Leo	10 17,2	+20 06	2,6—3,9	4,3
54 Leo	10 52,9	+25 01	4,5—6,3	6,5
α Lib	14 47,8	—15 50	2,9—5,3	231
Σ 958 (Lyn)	6 44,0	+55 46	6,3—6,3	4,8
19 Lyn	7 18,8	+55 23	5,6—6,6	14
38 Lyn	9 15,8	+37 01	4,0—6,1	2,9

(*) Változó távolság.

* ⁽¹⁾ Albireo.

⁽²⁾ Castor.

⁽³⁾ Változócsillag 3,0^m—4,0^m között.

katalógusa (folytatás)

Csillag	RA h m	D ° '	Fényesség m	Távolság ''
$\varepsilon_1 \varepsilon_2$ Lyr	18 42,7	+39 35	4,5—4,7	210
ε_1 Lyr	18 42,7	+39 37	5,0—6,1	2,8
ε_2 Lyr	18 42,7	+39 34	5,2—5,4	2,3
ζ Lyr	18 43,0	+37 33	4,3—5,5	44
β Lyr	18 48,2	+33 18	(1)—6,7	46
ε Mon	6 21,1	+ 4 37	4,5—6,7	14
β Mon	6 26,4	— 7 00	4,8—5,2—5,5	7,3—10
70 Oph	18 02,9	+ 2 32	4,3—6,0	4,1
23 Ori	5 20,2	+ 3 30	5,0—7,1	32
δ Ori	5 29,6	— 0 20	2,5—7,0	53
λ Ori	5 32,4	+ 9 54	3,7—5,6	4,4
$\vartheta_1 \vartheta_2$ Ori	5 32,8	— 5 26	4,8—4,8	135
ϑ_1 Ori(2)	5 32,8	— 5 25	5,4—6,8— 6,9—8,0	13—13—17
ϑ_2 Ori	5 32,8	— 5 27	5,2—6,5—7,6	52—129
σ_2 Ori	5 36,2	— 2 38	3,8—6,7—6,9	42—13
ζ Ori	5 38,2	— 1 58	2,1—4,2	2,5
Σ 331 (Per)	2 57,2	+52 09	5,3—6,7	12
65 Psc	0 47,2	+27 26	6,3—6,3	4,5
ψ_1 Psc	1 03,0	+21 13	5,6—5,8	30
ζ Psc	1 11,1	+ 7 19	5,6—6,6	24
α Psc	1 59,4	+ 2 31	4,3—5,3	2,0
$\xi_1 \xi_2$ Sco	16 01,6	—11 14	4,1—6,9	280
ξ_1 Sco	16 01,6	—11 14	4,2—7,2	7,5
ξ_2 Sco	16 01,6	—11 15	7,5—8,0	11
β Sco	16 02,5	—19 40	2,9—5,1	14
ν Sco	16 09,1	—19 21	4,3—6,5	41
δ Ser	15 32,4	+10 42	4,2—5,2	3,8
θ Ser	18 53,7	+ 4 08	4,5—5,4	23
Σ 730 (Tau)	5 29,3	+17 01	6,1—6,5	9,6
118 Tau	5 26,2	+25 07	5,9—6,7	4,8
ζ UMa(3)	13 21,9	+55 11	2,4—4,0	14
α UMi(4)	1 48,8	+89 02	2,1—8,9	18
γ Vir	12 39,1	— 1 11	3,7—3,7	5,0*

(1) Változócsillag 3,4—4,3^m között.

(2) Trapéz az Orion ködfoltban.

(3) Mizar. Tőle 708''-re 80 UMa (Alkor).

(4) Polaris.

Megjegyzések az I—VII. táblázatokhoz:

A táblázatokhoz szükséges részletes tudnivalók és egyben a legtöbb jelölés ismertetése az 1962. évi „Évkönyv”-ben található meg (66—78. old.).

A fontosabb jelölések a következők:

- RA rektaszcenzió koordináta,
D deklináció koordináta,
P a Nap rotációs tengelyének pozíció szöge a napkorong észak pontjától számítva; pozitív jel keleti irányú hajlást jelent. (A II. táblázatban: ugyanott B_0 és L_0 a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái.)
 l_b héliocentrikus ekliptikai koordináták. (A IIIa. táblázatban.)
IVa. TÁBLÁZATBAN: k vagy ϑ betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: f = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyék-kúpjába került), m = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), e = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), α = a hold „fekete” árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).
m csillagászati magnitúdókban megadott úgynevezett vizuális fényességek,
sp spektráltípus, a csillagszínképek Harvard osztályozásában.

A csillagokra vonatkozó RA és D koordináták mindenütt az 1950,0 epochára vannak megadva.

A Holdra vonatkozó idő-adatok Közép-Európai időben megadottak az I. táblázat jobb oldalain is.

A CSILLAGOS ÉG 1965-ben

(Időpontok közép-európai zónaidőben)

Január

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 9-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó elején másfél, közepén egy órával kel a Nap előtt. 8-án legnagyobb nyugati kitérésben 23° távolságra a Naptól. 5-én fázisa 0,55, fényessége 0,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 9-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Mint hajnalcsillag látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó elején másfél, végén fél órával kel a Nap előtt. Fázisa 10-én 0,93 növekedő, fényessége $-3,4$ magnitúdó, csökkenő. — *Marsz* 29-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Jupiter* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején négy és fél, végén két órával nyugszik a Nap után. A koraesti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
5	05,3	Algol minimumban
6	23	Szturnusz 4° -kal északra a Holdtól
7	08	Merkur $1,2^\circ$ -kal északra a Venusztől
8	02,1	Algol minimumban
10	22,9	Algol minimumban

Nap	Óra	
12	18	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
13	19,7	Algol minimumban
20	16	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
21	16	Marsz 2°-kal délre a Holdtól
24	09	Merkur 0,5°-kal délre a Venustól
25	18	Neptunusz 1°-kal délre a Holdtól
28	03,8	Algol minimumban
31	00,6	Algol minimumban
31	02	Venusz 2°-kal északra a Holdtól
31	06	Merkur 2°-kal északra a Holdtól

Február

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 2-ig a Nyilas, 19-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 24-én felső együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,93, fényessége —0,3 magnitúdó mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Nyilas, 4-től 26-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején még megfigyelhető mint hajnalcsillag, napkelte előtt a délkeleti égbolton. A hó elején fél órával kel a Nap előtt. Fázisa 9-én 0,97 növekedő, fényessége —3,3 magnitúdó, csökkenő. — *Marsz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A koraesti órákban kel és az egész éjszaka folyamán látható. A Nappal való szembenállásához közeledve felületének megfigyelésére mind kedvezőbb helyzetbe jut. A hó elejétől végéig látszó átmérője 11,4''-ről 13,6''-re, fényessége —0,2 magnitúdóról —0,9 magnitúdóra növekszik. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején még megfigyelhető az esti szürkületben a dél-nyugati égbolton. 26-án együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A koraesti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* 20-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	21,4	Algol minimumban
3	11	Szturnusz 4°-kal északra a Holdtól
5	18,3	Algol minimumban

Nap	Óra	
9	04	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
17	01	Uránusz 5°-kal északra a Holdtól
17	23	Marsz 1°-kal délre a Holdtól
20	02,4	Algol minimumban
22	02	Neptunusz 0,8°-kal délre a Holdtól
22	23,2	Algol minimumban
25	20,0	Algol minimumban

Március

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 9-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. 29-én hátráló mozgást vesz fel. A hó közepén figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 21-én legnagyobb keleti kitérésben 19° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,67, fényessége —0,7 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 20-ig, a Vízöntő, 20-tól 29-ig a Halak, utána a Cet csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Marsz* hátráló mozgást végez 2-ig a Szűz, utána az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 12-én kerül földközelsbe, 9-én szembenállásba a Nappal. Bár látszó átmérője és fényessége ez esetben (14,0" és —1,0 magnitudo) lényegesen a nagy oppozíciók alatt marad, ez alkalom is felhasználható felületének megfigyelésére. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 15-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Éjjél előtt nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Szaturunusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 3-án szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjél előtt kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	11	Venusz 4°-kal északra a Holdtól
5	21	Plutó szembenállásban a Nappal
8	16	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
12	04,0	Algol minimumban
15	00,9	Algol minimumban
16	09	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
16	18	Marsz 1°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
17	21,7	Algol minimumban
21	11	Neptunusz $0,5^{\circ}$ -kal délre a Holdtól
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
30	14	Szturnusz 4° -kal északra a Holdtól

Április

Bolygók

Merkur 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. E hó folyamán nem figyelhető meg. 8-án alsó együttállásban a Nappal. 20-án fázisa $0,13$ fényessége $+1,7$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Cet, 3-tól 18-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó végén fél órával nyugszik a Nap után és újra megfigyelhető napnyugta után mint alkonycsillag a nyugati égbolton. 12-én felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa $0,998$, fényessége $-3,5$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Marsz* 21-ig hátráló utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. A Nappal való szembenállásától távolodva a hó végére látszó átmérője $10,7''$ -re, fényessége $0,0$ magnitúdóra csökken. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején öt órával, végén két órával nyugszik a Nap után. A hó első felében a koraesti órákban, végén napnyugta után még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hóvégén másfél órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Virginidák meteorraj (március 1-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
3	01	Marsz 3° -kal északra az Uránusztól
4	02,6	Algol minimumban
5	07	Jupiter 1° -kal északra a Holdtól
6	23,4	Algol minimumban
12	13	Marsz 2° -kal délre a Holdtól
12	15	Uránusz 5° -kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
17	19	Neptunusz 0,4°-kal délre a Holdtól
22	—	Lyridák meteorraj (április 12-től 24-ig) gyakorisági maximuma
27	—	χ Cyg maximumban
27	04	Szaturusz 4°-kal északra a Holdtól
29	12	Merkur 2°-kal északra a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 17-ig a Halak, 17-től 18-ig a Cet, 18-tól 21-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó közepén fél órával kel a Nap előtt. Ekkor megkísérélhető megfigyelése közvetlen napkelte előtt a keleti égbolton, bár e hó folyamán helyzete észlelésre nem nagyon kedvező. 6-án legnagyobb nyugati kitérésben 27° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,56, fényessége +0,3 magnitúdó mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó elején fél órával, végén egy órával nyugszik a Nap után. Fázisa 15-én 0,99, fényessége —3,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején két órával nyugszik a Nap után és ekkor még megfigyelhető az esti szürkületben a nyugati égbolton. 30-án együttállásban a Nappal. — *Szaturusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél után kel és hajnalban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Uránusz* 18-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 9-én szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	01	Jupiter 0,5°-kal északra a Holdtól
5	—	Aquaridák meteorraj (április 29-től május 21-ig) gyakorisági maximuma
6	16	Marsz 1°-kal északra az Uránusztól
9	20	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
9	21	Marsz 4°-kal délre a Holdtól
15	01	Neptunusz 0,5°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
21	05	Venusz 6°-kal északra az Aldebarantól
24	16	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
29	20	Merkur 0,5°-kal északra a Holdtól
30	22	Teljes napfogyatkozás, tőlünk nem figyelhető meg. A teljes fogyatkozás vonala a déli Csendes-Óceán felett halad át Új-Zélandtól Peruig.

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 15-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben, amelyből 30-án a Rák csillagképbe lép át. A hó közepétől kezdve már megfigyelhető az esti szürkületben a nyugati égbolton. A hó közepén egy órával, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 11-én felső együttállásban a Nappal. 24-én fázisa 0,85, fényessége —0,8 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Bika, 6-tól 28-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. A hó közepén másfél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 14-én 0,96, fényessége —3,3 magnitudo mindkettő csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 14-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó végén egy órával kel a Nap előtt és ekkor újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a keleti égbolton. — *Szaturnusz* 29-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	02	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
6	17	Marsz 5°-kal délre a Holdtól
11	06	Neptunusz 0,5°-kal délre a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
14	—	Részleges holdfogyatkozás, részben tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 0 ó 14,6 p-kor; belépés a teljes árnyékba 1 ó 58,0 p-kor; fogyatkozás közepe 2 ó 48,6 p-kor; kilépés a teljes árnyékból 3 ó 38,6 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,18.

Nap	Óra	
21	02	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
25	18	Venusz 5°-kal délre a Polluxtól
27	19	Jupiter 0,7°-kal délre a Holdtól
27	23	Merkur 5°-kal délre a Polluxtól
30	14	Merkur 2°-kal délre a Holdtól
30	17	Venusz 2°-kal délre a Holdtól

Július

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Ez évben e hó első felében kerül megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe a koraesti nyugati égbolton, amikor is másfél órával nyugszik a Nap után. 18-án legnagyobb keleti kitérésben 27° távolságra a Naptól. 9-én fázisa 0,60, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 14-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 14-én 0,90 csökkenő, fényessége —3,3 magnitúdó növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali égbolton figyelhető meg. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban nyugszik. A hó elején még megfigyelhető az esti szürkület után. — *Neptunusz* 30-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjelkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati, égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	10	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
4	01	Merkur 0,04°-kal délre a Venusztól
4	22	Marsz 5°-kal délre a Holdtól
8	11	Neptunusz 0,6°-kal délre a Holdtól
18	08	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
19	07	Merkur 3°-kal délre a Venusztól
24	19	Venusz 1,2°-kal északra a Regulustól
24	22,4	Algol minimumban
25	15	Jupiter 1°-kal délre a Holdtól
27	19,2	Algol minimumban

Nap	Óra	
29	23	Merkur 9° -kal délre a Holdtól
30	11	Venusz 4° -kal délre a Holdtól
30	22	Uránusz 5° -kal délre a Holdtól

Augusztus

Bolygók

Merkur 1-től 24-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó végén egy órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 15-én alsó együttállásban a Nappal. 28-án fázisa 0,24, fényessége $+0,8$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 13-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 13-án 0,83 csökkenő, fényessége $-3,4$ magnitúdó növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. E hó folyamán két órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban nyugszik és az esti szürkület után még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	16	Junó szembenállásban a Nappal
2	—	Aquaridák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma
2	10	Marsz 5° -kal délre a Holdtól
4	17	Neptunusz $0,4^{\circ}$ -kal délre a Holdtól
5	09	Venusz $0,6^{\circ}$ -kal északra az Uránusztól
6	18	Pallas szembenállásban a Nappal
8	17	Marsz 2° -kal északra a Spicától
11	—	Perscidák meteorraj (július 20-tól augusztus 19-ig) gyakorisági maximuma
14	00,1	Algol minimumban
14	11	Szaturnusz 3° -kal északra a Holdtól
16	—	Cygnidák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma

Nap	Óra	
16	20,9	Algol minimumban
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági <i>maximума</i>
22	08	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
25	16	Merkur 7°-kal délre a Holdtól
29	07	Venusz 4°-kal délre a Holdtól
31	05	Marsz 4°-kal délre a Holdtól

Szeptember

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 21-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a keleti égbolton. Ekkor egy órával kel a Nap előtt. 2-án legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 27-én alsó együttállásban a Nappal. 12-én fázisa 0,83, fényessége —1,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 19-ig a Szűz, 19-től 29-ig a Mérleg, utána a Skorpió csillagképben. A koracsti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. Másfél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 17-én 0,73 csökkenő, fényessége —3,5 magnitúdó növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. E hó folyamán két órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 18-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. Az éjfél előtti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 6-án szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 8-án együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	02	Neptunusz 0,1°-kal délre a Holdtól
3	01,8	Algol minimumban
5	22,6	Algol minimumban
7	14	Venusz 2°-kal északra a Spicától
8	04	Merkur 0,7°-kal északra a Regulustól
8	19,4	Algol minimumban
10	13	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági <i>maximума</i>
17	22	Marsz 3°-kal délre a Neptunusztól

Nap	Óra	
18	19	Ceres szembenállásban a Nappal
18	21	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
23	03,5	Algol minimumban
24	00	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
26	00,4	Algol minimumban
28	08	Venusz 3°-kal délre a Holdtól
28	21,2	Neptunusz 0,1°-kal északra a Holdtól
29	02	Marsz 2°-kal délre a Holdtól
30	07	Venusz 3°-kal délre a Neptunusztól

Október

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó második felében figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó végén egy órával nyugszik a Nap után. 27-én fázisa 0,87, fényessége —0,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 16-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. Két órával nyugszik a Nap után. Fázisa 17-én 0,63 csökkenő, fényessége —3,8 magnitúdó növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 2-ig a Mérleg, 2-től 14-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A hó folyamán két órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Jupiter* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
7	17	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
16	02,0	Algol minimumban
16	05	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
16	13	Marsz 4°-kal északra az Antarestől
17	16	Venusz 2°-kal északra az Antarestől
18	22,9	Algol minimumban
19	—	Orionidák meteorraj (október 11-től 30-ig) gyakorisági maximuma

Nap	Óra	
19	16	Venusz 1,6°-kal délre a Marsztól
21	11	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
21	19,7	Algol minimumban
25	23	Merkur 3°-kal délre a Holdtól
25	23	Neptunusz 0,3°-kal északra a Holdtól
26	04	Merkur 4°-kal délre a Neptunusztól
28	03	Marsz 0,01°-kal északra a Holdtól
28	10	Venusz 2°-kal délre a Holdtól

November

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig a Skorpió, utána a Kígyó-tartó csillagképben. 23-án hátráló mozgást vesz fel. A hó első felében figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 13-án legnagyobb keleti kitérésben 23° távolságra a Naptól. 11-én fázisa 0,68, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez elsejétől a Nyilas csillagképben. Az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hó elején két, végén három órával nyugszik a Nap után. 15-én legnagyobb keleti kitérésben 47° távolságra a Naptól. Fázisa 16-án 0,50 csökkenő, fényessége —4,1 magnitúdó, növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 8-ig a Kígyó-tartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó folyamán két órával nyugszik a Nap után és még megfigyelhető az esti szürkületben a délnyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez 20-ig az Ikrek utána a Bika csillagképben. A koraesti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* 14-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjjel után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjjel után kel és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	23	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
5	03,8	Algol minimumban
8	00,6	Algol minimumban
9	09	Merkur 1,9°-kal északra a Antarestől
10	21,4	Algol minimumban
12	09	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
13	—	Tauridák meteorraj gyakorisági maximuma
13	18,2	Algol minimumban
16	—	Leonidák meteorraj gyakorisági maximuma
17	19	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
23	04	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala Indián, Hátsó-Indián és az Indonéz szigeteken halad át.
24	15	Merkur 0,1°-kal délre a Holdtól
26	06	Marsz 2°-kal északra a Holdtól
27	07	Venusz 0,7°-kal északra a Holdtól
28	02,3	Algol minimumban
30	23,1	Algol minimumban

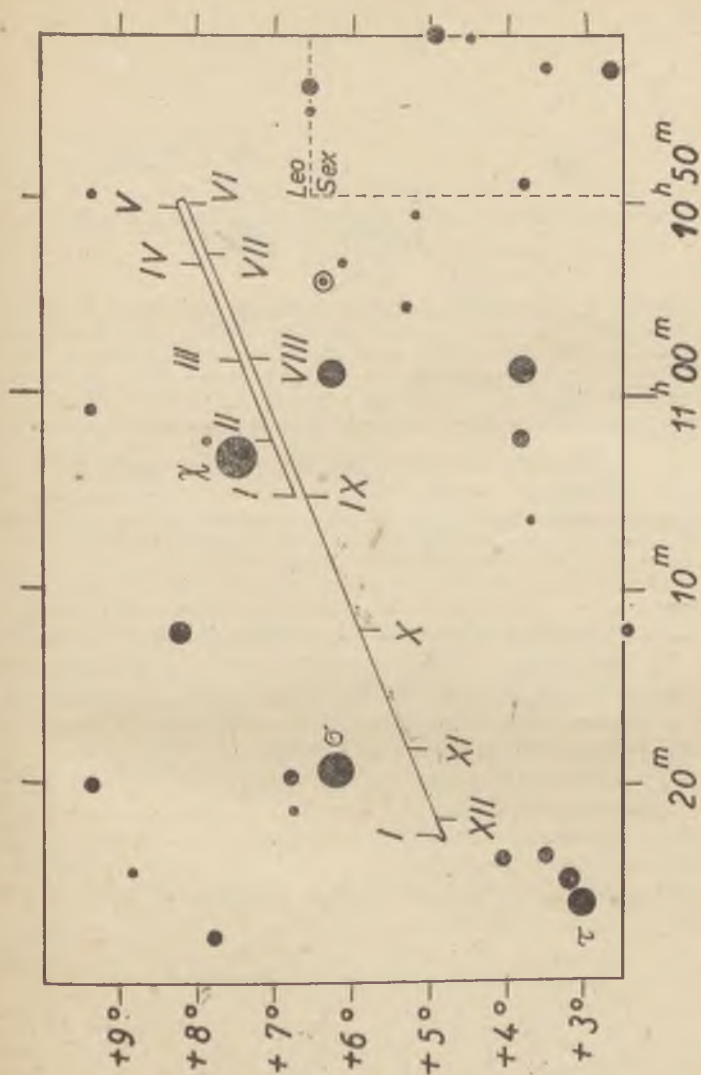
December

Bolygók

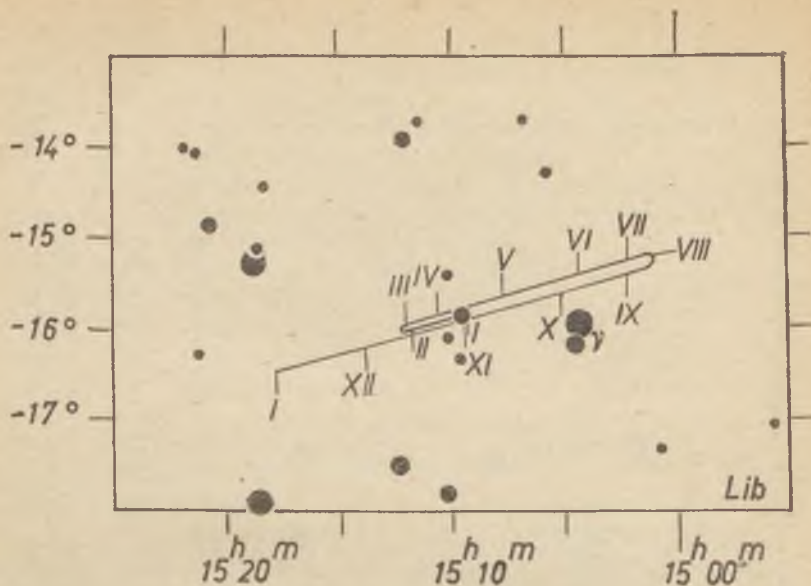
Merkur 12-ig hátráló utána előretartó mozgást végez. 6-ig a Kígyó-tartó, 6-tól 20-ig a Skorpió, utána újból a Kígyó-tartó csillagképben tartózkodik. A hó második felében figyelhető meg napkelte előtt a dél-keleti égbolton. A hó közepén másfél, végén egy órával kel a Nap előtt. 3-án alsó együttállásban a Nappal. 16-án fázisa 0,44, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A koraesti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hó közepén három és fél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 16-án 0,31 csökkenő, legnagyobb fényességét (−4,4 magnitúdó) 21-én éri el. — *Marsz* előretartó mozgást végez 21-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó folyamán két órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 18-án szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején éjfélkor, végén éjfél előtt két órával nyugszik. Az esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* 25-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	08	Szaturnusz 4°-kal északra a Holdtól
3	19,9	Algol minimumban



1. ábra. Az Uránusz látható útja az Oroszlán csillagképben 1965. január 1-től 1966. január 1-ig. Az ábrán látható legfényesebb csillag γ Leonis ($4,7^m$). Az Uránusz fényessége a Nappal való szembenállás idején $5,7^m$.



2. ábra. A Neptunusz látároz útja a Mérleg csillagképben 1965. január 1-től 1966. január 1-ig. Az ábrán látható legfényesebb csillag ν Librae (5,4^m). A Neptunusz fényessége a Nappal való szembeállítás idején 7,7^m.

Nap	Óra	
8	—	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban. Tőlünk részben látható. Fogyatkozás közepe 18 ó 9,9-p-kor; kilépés a félárnyékból 20 ó 12,3 p-kor. A fogyatkozás nagysága a félárnyékban holdátmérőben kifejezve 0,91.
9	13	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
12	—	Geminidák meteorraj (december 5-től 19-ig) gyakorisági maximuma
15	01	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
18	04,0	Algol minimumban
19	19	Neptunusz 0,5°-kal északra a Holdtól
21	00,6	Algol minimumban
21	02	Merkur 3°-kal északra a Holdtól
22	01	Merkur 7°-kal északra az Antarestől
23	21,6	Algol minimumban
25	10	Marsz 3°-kal északra a Holdtól
26	05	Venusz 5°-kal északra a Holdtól
26	18,5	Algol minimumban
28	18	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
30	—	Mira Ceti maximumban

G. I.

DETRE LÁSZLÓ:

A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése

(1963 június 1 — 1964 május 31)

A Piskésetőn létesített új megfigyelőállomás rendszeres tudományos munkáját még mindig adminisztrációs nehézségek akadályozták. Megfelelő érzékenységu fotolemezek beszerzésével járó nehézségek és az állomás munkáját gátló egyéb tényezők megszüntetését végül is az Országos Tervhivatal hathatós támogatása tette lehetővé. Ennek eredményeként 1964 nyaratól kezdve a Schmidt-teleszkóp teljes kihasználása biztosítottnak látszik.

1963 szeptemberében Luthard, a jénai Zeiss-művek főmérnöke kijavította a Schmidt-teleszkóp hajtóművében mutatkozó kisebb hibákat. Azóta a hajtómű kitűnően működik és utánvezetésre még hosszabb felvételek alkalmával is csak ritkán van szükség.

Az Országos Meteorológiai Intézet az állomást bekapcsolta az országos hálózatba. Eddig hőmérők, esőmérők és szélmérők, valamint két elektronikus kisülésszámláló készülék került felállításra. A meteorológiai leolvasásokat a piskésetői obszervatórium segédszemélyzete végzi.

Az Intézet személyzetében a legutóbbi beszámoló óta a következő változások voltak: 1963 szeptemberében tudományos gyakornoknak kineveztük Fodor Lajos fizikust. A tudományos segéderők közül 1963 szeptemberében Venekey. Koncsik és Bükki elhagyták az Intézetet, helyükre Petik Péter, Erdélyi Csabáné, Götz Kálmán és Jankovics László került, azonkívül 1964 januártól fél évre tudományos segéderői beosztást kapott Perneczky Gábor. Az adminisztrációs személyzetből Sebők Józsefné helyére Nyirő Andor, Bedrosszián Péterné helyére Faragó Péterné, Markovits Ildikó helyére pedig Gyimóthy Irén került. Harmadállásban titkárnőnek kineveztük Harsányi Klárát. A tudományos személyzetből dr. Balázs Júlia és dr. Csada Imre tudományos főmunkatárssá léptek elő.

Az Intézet kiadta az Information Bulletin on Variable Stars c. nemzetközi kiadvány 29—54. számait, azonkívül nyomdába adtuk a Mitteilungen sorozat 54. számát.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán az 1963/64 tanévben Detre László „A csillagok és csillagrendszerek fejlődése” és „Kozmológia”, Csada Imre „Bevezetés az asztrofizikába” c. előadásokat tartotta. Balázs Béla másodállásban ellátta a Csillagászati Tanszék tanársegédi teendőit és mindkét félévben több előadást tartott. Egyetemi hallgatók számára az Intézetben szeminárium volt a csillagászat legújabb eredményeiről.

Az intézeti kollokviumok keretében előadott Jánossy Lajos akadémikus négy alkalommal, Kukarkin szovjet csillagász két alkalommal, dr. Marx György, valamint Korolyevszki krakkói, Mo Rao Berkeley-i, Notni babels-

bergi csillagászok egy-egy alkalommal, Kordylevszky professzor 1963 augusztusban és szeptemberben, valamint 1964 januárban és februárban a piszkéstetői obszervatóriumban dolgozott. Ugyanitt 1964 májusban három héten át dolgozott még W. Pfau jénai csillagász. A szabadsághegyi obszervatóriumban öt héten át dolgozott J. Tremkó, a Skalnate Pleso-i obszervatórium munkatársa.

A mátrai csillagvizsgáló létesítésével igen megnövekedtek külföldi kapcsolataink, különösen a közös kutatási témák révén. A Schmidt-teleszkóppal végzendő programokban kooperáció épült ki a szovjet csillagdákkal a szupernova-kutatás és a T Tauri csillagok vizsgálata terén. A változócsillagok kutatásában a potsdami és babelsbergi csillagdákkal, valamint újabb megegyezés alapján az ondrejovi és a szlovák akadémiai csillagvizsgálóval kooperálunk. Közös kutatások indultak meg a jénai egyetemi csillagvizsgálóval is.

Az Intézet kutatói a következő tanulmányutakon illetve konferenciákon vettek részt:

1. A varsói COSPAR-konferencián Detre László és Almár Iván vettek részt. A mesterséges holdak megfigyelésével foglalkozó munkabizottság Almárt tagjává választotta.

2. Detre László és Balázs Julia résztvettek az Astronomische Gesellschaft frankfurti kongresszusán, majd francia meghívásra egy hetet töltöttek Párizsban.

3. Balázs Julia a magyar-kínai kulturegyezmény keretében öt hetes előadókörúton volt a Kínai Népköztársaságban. Pekingben, Nankingban és Shanghaiban összesen hét előadást tartott a változócsillagkutatás, valamint a csillagászati fotometria problémáiról. Azonkívül igen sok konzultációt tartott különösen a nankingi csillagvizsgáló munkatársaival a változócsillagok területén, valamint a pekingi csillagászokkal a Schmidt-teleszkóppal végezhető kutatásokban kialakítható kooperációkról.

4. Almár Iván a MTESZ kiküldöttként részt vett a Nemzetközi Asztronautikai Egyesület párizsi kongresszusán.

5. Balázs Béla két hetes tanulmányúton volt az NDK-ban, ahol kooperációs megbeszéléseket tartott a jénai, babelsbergi és potsdami, különösen pedig az új tautenburgi Schwarzschild obszervatóriumban.

6. Kanyó Sándor 10 hetes tanulmányúton volt a potsdami csillagvizsgálóban, ahol Schneller professzor vezetésével a fedési kettőscsillagok problémáival foglalkozott. Meglátogatta az NDK többi csillagvizsgálóját is.

7. Barlai Katalin az Intézet támogatásával, részben saját költséges tanulmányúton volt Lengyelországban, ahol meglátogatta a krakkói és toruni csillagvizsgálókat. Az utóbbi helyen megbeszéléseket folytatott a Schmidt-teleszkóppal. Az utóbbi helyen megbeszéléseket folytatott a Schmidt-teleszkóppal. Az utóbbi helyen megbeszéléseket folytatott a Schmidt-teleszkóppal.

8. Paál György háromhetes tanulmányúton volt a moszkvai Sternberg Intézetben, ahol kozmológiai vizsgálatairól előadást tartott.

9. Szeidl Béla kéthetes tanulmányútja során meglátogatta a moszkvai Sternberg Intézetet és az odesszai csillagvizsgálót, ahol több megbeszélést tartott.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat egri vándorgyűlésén Detre „A csillagok fejlődése”, Balázs Béla „Az időmérés csillagászati problémái” címmel előadást tartottak. Az Akadémia Galilei emlékinnepején Detre Galilei csillagászati munkásságáról beszélt. Az Intézet tudományos munkatársai tevékenyen résztvettek a hazai ismeretterjesztő és népszerűsítő munkában, és sok előadást tartottak a József Attila Szabadegyetemen, valamint az Uránia Csillagvizsgálóban, különösen Almár, Balázs Béla, Detre és Lovas.

Az Intézet tudományos személyzete a különböző kutatási témákban a következő eredményeket érte el:

Schmidt-teleszkóppal végzett kutatások: a) Szupernóva-kutatás. 1963 decemberében, amint megfelelő érzékenységi fotolemezeket kaptunk, megkezdtük néhány galaxis-halmaz rendszeres fényképezését. A felvételeket Lovas Miklós készítette és ő végezte el a felvételek kiértékelését szupernóvák felkutatása céljából a blink-komparátoron. 1964 március 12-én készült felvételen az Ursa Maior nagy galaxis-halmaz egy halvány galaxisában sikerült aránylag fényes szupernóvát felfedeznie. Minthogy a szükséges kontrollfelvételt csak március 15-én lehetett készíteni, a felfedezést március 16-án közzeltük a koppenhágai csillagászati információs központtal, valamint a szupernóva kutatásban résztvevő néhány obszervatóriummal. A szupernóva felfedezésekor kb. 13. fényrendű volt, és a kettősmagú galaxis egyik spirális ágának legvégén jelent meg. Utólag megtalálták a szupernóvát a bjurakani csillagvizsgáló néhány felvételén, melyek szerint a csillag február közepén lobbant fel. Van néhány felvétel a szupernóva felszálló ágában is. A szupernóva maximális fényét február 20 körül érthette el, és ekkor fényessége 12. rendű lehetett. A szupernóva fénye a felfedezés után gyorsan csökkent. Több felvételt készítettünk a North Polar Sequence-szel való összehasonlításra, a szupernóva fényességének meghatározására. A provizórikus eredményeket Lovas az Information Bulletin on Variable Stars 50. számában, valamint a koppenhágai Circular 1847. számában közölte. Balázs Béla két objektív prizmás felvételt készített a csillagról a Schmidt-teleszkóppal. Bár a csillag ekkor már csak 15. fényrendű volt, a színekp struktúrájából meg lehetett állapítani, hogy I típusú szupernóváról van szó. A csillag leszálló ágát Lovas tovább követi.

Az Ursa Maior halmazon kívül Lovas több felvételt készített a Virgo-halmaz északi részéről, a Coma-halmazról, Detre pedig a Serpens halmaz két vidékéről. A programot a jövőben nagyobb intenzitással folytatjuk. A felvételeket felhasználjuk a halo-populáció változócsillagainak felkutatására is.

b) Spektrálklasszifikáció objektívprizmás felvételek alapján: Balázs Béla, W. Pfau és Lovas közel száz felvételt készítettek az ég olyan helyeiről, amelyekről más helyről már részletes spektrálklasszifikációs munkát publikáltak. Ezek a felvételek részben tájékoztató jellegűek a műszer teljesítőképességére, részben alapul szolgálnak a klasszifikációs módszerek begyakorlására. Ezen kívül megkezdtek az RR Lyrae-csillagok színekpének rendszeres vizsgálatát a Preston-féle fémgyakorisági index meghatározására.

Változócsillagok vizsgálata. Az U, B, és V színtartományokban a szabad-sághegyi 60 cm-es reflektoron a következő RR Lyrae-csillagokat figyeltük meg: RV U Ma (Kanyó), Z C Vn (Kanyó), VZ Peg (Barlai, Szeidl), RU Psc (Barlai, Szeidl), RR Gem (Lovas, Gefferth), RR Leo (Detre, Gefferth), SZ Lyn (Szeidl). Almár és Illés rendszeresen követik Nova Her 1963 leszálló ágát.

Balázs Júlia külföldi felkérésre összefoglaló cikket írt az RR Lyrae csillagokról, amely az Astronomical Society of the Pacific Leaflet 417. számaként jelent meg. Itt ismertette elgondolásait az RR Lyrae-csillagok fizikai természetéről is.

Szeidl Béla befejezte a M3 gömbhalmazban levő változócsillagokra vonatkozó vizsgálatait. A halmazról 1938 óta a budapesti csillagda rendszeresen készített felvételeket és főleg ezek alapján, de felhasználva minden más rendelkezésre álló megfigyelési anyagot, Szeidl 112 RR Lyrae-változó periódusanalízisét tudta elvégezni az 1896–1964 időintervallumra. Csak négy csillag epocháit lehetett konstans periódussal előállítani, míg a legtöbb csillag

periódusa az említett közel hetven éves időközben részben igen kicsi csökkenést, részben növekedést mutatott, körülbelül egyenlő arányban. Az RRc csillagok, valamint a változó fénygörbéjű RRa csillagok O—C diagramjai rendkívül komplikáltak. Szeidl az O—C diagramok jellemzésére empirikus paramétereket vezetett be. Eredményei szerint ezen paraméterek segítségével egyértelműleg meg lehet állapítani, hogy a csillag Blaskó-effektust mutat-e, vagy fénygörbéje ciklusról-ciklusra nagy szabályossággal ismétlődik-e. A periódus-amplitúdó relációban az RRa csillagoknál két jól elkülönülő ág mutatkozik. Érdekes eredmény, hogy a Blaskó-effektusú csillagok maximális amplitúdója követi a stabil fénygörbéjű csillagokra érvényes összefüggést a periódus és amplitúdó között. M3-ban az ismert RRa csillagok közel 35%-a mutat Blaskó-effektust. Az egyik RRc-változóra sikerült meghatározni a szekunder periódust, amely 11 nap, lényegesen rövidebb, mint az eddig ismeretes Blaskó-periódusok. A Blaskó-effektust mutató változók periódus-frekvenciája lényegesen különbözik a stabil fénygörbéjű csillagoktól, a gyakoriság két maximumot mutat, az egyik 0^d5—, a másik 0^d65-nél van. Érdekes, hogy az amplitúdó és a felszálló ág meredeksége között egyértelmű összefüggés áll fenn az RRc csillagokra és az RRa csillagok két különböző ágára. Sem a változók statisztikai sajátosságai, sem az O—C diagramok struktúrája nem mutatnak változást a halmaz középpontjától való távolsággal.

Hasonló vizsgálatokat végez Barlai az M15 és Lovas az M5 gömbhalmazban levő RR Lyrae csillagokról. M15-ről 1938 óta, M5-ről 1951 óta állnak rendszeres budapesti megfigyelések rendelkezésre. Egyelőre a budapesti felvételek kimérésével és redukciójával készültek el.

Szeidl 15 maximumot figyelt meg fotoelektromosan a DL Herculis RR Lyrae-változó Blaskó-effektusának vizsgálatára. Kiderült, hogy a Cesszevics által levezetett szekunder periódus téves, a valódi Blaskó-periódus sokkal rövidebb, 34 nap. Az eredményeket az Information Bulletin 36. számában publikálta.

Kordylevszki a piszkéstetői obszervatóriumban a krakkói csillagda expedíciós távcsövén olyan fedési változókat figyelt meg, amelyeknek efermerisei bizonytalanok. Több mint hatvan csillag minimumát figyelte meg és az eredményeket az Information Bulletin-ben közölte.

Tremko a szabadsághegyi obszervatóriumban dolgozta fel az RU Piscium igen komplikált fényváltozású RRc csillagról a Skalnate Pleso-i csillagdában kapott fotoelektromos megfigyeléseket a nálunk kidolgozott módszerek alapján. A közel négyezer fotoelektromos megfigyelés analíziséből Detre és Tremko kimutatta, hogy a 0^d3908 főperiódus mellett van egy 28^d,-os szekunder periódus, amely alatt a csillag fénygörbéjének amplitúdója 0,05 magnitúdóval változik. Az eredményeket a Mitteilungen sorozat 56. számában publikáljuk. Detre ezen eredmények felhasználásával most a főperiódus komplikált változásait vizsgálja. A csillag O—C diagramját sikerült megkonstruálni. Ennek alapján most már biztosra vehető, hogy a 28^d,8-on kívül más szekunder periódus nincs.

Virágalmi Géza aspiráns olyan fotoelektromos berendezést tervezett, amely alkalmas lesz a csillagok polarizációjának mérésére. A berendezés az 1964 végén érkező 50 cm-es Cassegrain-reflektorhoz készül. Vele több RR Lyrae csillag mérését tervezzük annak megállapítására, hogy e csillagok fénytörései alkalmával mutatkozik-e szinkrotron sugárzás, amint ez a csillagok nagy intenzitású mágneses tere alapján várható.

Mesterséges égitestek megfigyelése. Az Intézet szputnyik állomása több száz megfigyelést küldött be a moszkvai központnak. A megfigyeléseket

Almár és Thaly végezték. Az INTEROBS programhoz mind több külföldi állomás csatlakozik. Az 1963 decemberében Moszkvában tartott szputnyik-megfigyelő munkaértekezletre Almár jelentést küldött be a magyarországi hálózat munkásságáról.

Magnetohidrodinamikai vizsgálatok. Csada Imre folytatta magneto-hidrodinamikai vizsgálatait a napjelenségek magyarázatára. A napeklus értelmezésére kidolgozott elméletéről előadást tartott a Nemzetközi Csillagászati Unió 1963 júliusban München mellett tartott szimpóziumán, azonkívül egy értekezést küldött be az Annales d'Astrophysique francia folyóirathoz.

Egyéb munkák. Az Országos Földmérési Hivatal csillagászati csoportja 1963 júliusában és augusztusában meghatározta a piszkéstetői obszervatórium földrajzi koordinátáit Laplace-pontnak megfelelő pontossággal. A munka az Intézet és az OFMH között fennálló szocialista szerződés keretében történt.

Balázs Bélának K. Wurm professzorral közösen írt cikke jelent meg az Icarus folyóiratban az üstököscsóvák alakjáról. Balázs a munka matematikai részét végezte.

Paál György értekezést küldött be az Acta Physica folyóirathoz a galaxishalmazok stabilitására vonatkozólag. Ezenkívül részletesen vizsgálta az Abell és a Wild-Herzog-Zwicky-féle galaxishalmaz-katalógusok alapján a galaxishalmazok átmérője és struktúrája közti összefüggéseket. Rámutatott az Abell-féle átmérőmeghatározások elvi hibájára és érdekes kozmológiai következtetésekre jutott a problémával kapcsolatban. A munkát a Mitteilungen sorozat 54. számaként adtuk ki.

Balázs Béla a tenzorkalkulus felhasználásával rendkívül egyszerű levezetést adott az égi mechanika egycentrum problémájára. Az erre vonatkozó megjegyzése a Fizikai Szemlében jelent meg.

Ugyanő modernizálta az 1943-ban beszerzett Zeiss-féle regisztráló fotométerünket. A fotocella helyére multiplier került, a regisztrálás pedig az eddigi elektrométer közbeiktatása nélkül direkt történik egy kompenzográffal.

A mátrai Schmidt-teleszkóppal Lovas sok felvételt készített részben a galaktikus halóban, részben a Tejút közelében változócsillagok felfedezése céljából. A felvételek kb. a 18. fényrendig terjednek az aránylag érzéketlen Agfa Astro Spezial lemezeken. Az újonnan beszerzett Kodak lemezeken félórás expozícióval kb. a 19. fényrend érhető el.

RÓKA GEDEON:

A TIT Csillagászati és Űrhajózási Szakosztályainak 1963—64. évi működése

A TIT IV. Országos Küldöttgyűlése alkalmával a választmány és a szakosztályok a következő három évre újra választották vezetőségeiket.

A Csillagászati és Űrhajózási Országos választmány vezetősége:

Elnök: dr. Detre László, elnökhelyettesek: dr. Dezső Loránt, dr. Kulin György. Vezetőségi tagok: Balázs Béla, Ill Márton, dr. Szabó Gyula. Titkár: Róka Gedeon.

Az Országos Választmány tagjai: dr. Almár Iván, Érdi Krausz György, Marik Miklós, Nagy Ernő, Nagy István György, Ponori Thewrewk Aurél (Budapest), dr. Tóth László (Baranya), Borbély Ferenc, Csongor Attila (Bács), dr. Thury Sándor (Békés), Apostol Ince, Fábíán Endre (Borsod), Márki Zay Lajos (Csongrád), Hajmási József (Fejér), Jankovits Győző, Patay Károly (Győr-Sopron), dr. Guman István (Hajdú, dr. Zétény Endre (Heves), dr. Etter Kálmán, Némedi István (Komárom), Gerlei Andor (Nógrád), Ócsai István, Rátkay László (Pest), dr. Máthé Albert (Somogy), M. Takács Ferenc (Szaboles), Dankó Béla, Tokody Lajos (Szolnok), Veszelovszky Gyula (Tolna), Bence Sándor, Lendvai László (Veszprém), Zöldág Imre (Zala).

A csillagászati és űrhajózási szakosztályok vezetősége:

Budapest. Elnök: dr. Almár Iván. Vezetőség: Balázs Béla, dr. Kulin György, dr. Marik Miklós, Nagy Ernő, Ponori Thewrewk Aurél.

Titkár: dr. Abonyi Ivánné

Baranya megye. Elnök: dr. Székely Jenő, titkár: dr. Tóth Sándor

Bács megye. Elnök: Ill Márton, titkár: Csongor Attila

Békés megye. Elnök: Béres István, elnökhelyettes: Thury Sándor, titkár: C. Kiss Ferenc

Borsod megye. Elnök: Apostol Ince, elnökhelyettesek: Hnisz László, Elek Árpád, Elek Imre, vezetőség: Dalnoki János, Suba István, dr. Szabó Gyula, Varga Pál, titkár: Fábíán Endre.

Csongrád megye. Elnök: dr. Makai Lajos, titkár: Márky Zay Lajos

Fejér megye. Titkár: Hajmási József

Hajdú megye. Elnök: dr. Dezső Loránt, titkár: Szegedi Sándor

Heves megye. Elnök: dr. Zétényi Endre

Komárom megye. Elnök: Némedi István, vezetőségi tagok: dr. Etter Kálmán, Kiss Erika

Komárom megye. Elnök: Némedi István, vezetőségi tagok: dr. Etter Kálmán, Kiss Erika

Somogy megye. Elnök: Szentes Imre, titkár: dr. Máthé Albert

Szolnok megye. Elnök: Tokody Lajos, elnökhelyettes: Dankó Béla, vezetőségi tag: Hidasi Vilmos, titkár: dr. Dankó Sándor

Veszprém megye. Titkár: Lendvai István, vezetőségi tag: Bencze Sándor Zala megye. Elnök: Zöldág Imre

A keszthelyi járási szakosztály elnöke: Szepessy Tibor, titkár: dr. Nagy Zsigmond.

A többi megyében működő összevont szakosztályokban csillagászati titkárok: Gerley Andor (Nógrád), Ócsai István (Pest), M. Takács Ferenc (Szabolcs), Veszelovszky Gyula (Tolna).

A szakosztályok a TIT IV. Küldöttgyűlése előtt plenáris üléseiken értékelték az elmúlt három esztendő alatt elért eredményeket és ennek alapján határozták meg a további munka főfeladatait.

Az 1961—1963 években a csillagászati és űrhajózási szakosztályok 9252 előadást tartottak, amit a csillagászati ismeretterjesztés kiszélesítésére irányuló törekvéseik jelentős eredményének könyvelhetünk el. Budapesten 2203 előadás hangzott el és kiemelkedő eredményeket értek el a Baranya, Bács, Borsod, Szabolcs és Veszprém megyék 400-on felül tartott előadásaiikkal.

A csillagászati ismeretterjesztésnek az általános műveltség emelésében és a tudatformálásban betöltött szerepét fontosabbá tette az a körülmény, hogy a csillagászat tudománya évről évre jelentős haladást ért el. Mind a mesterséges égitestekkel, mind a hagyományos optikai és újabb keletű rádiócsillagászati módszerekkel elért eredmények kiszélesítették és nélkülözhetetlenné tették a csillagászat vívmányainak felhasználását a természet-tudomány más ágaiban. Galilei felismerését, hogy nincs külön földi és külön égi világ, napjainkban a tudományos gyakorlat is bizonyítja.

Sajnos, közoktatásunk még mindig nem tart lépést a csillagászat megnövekedett jelentőségével, s így egyedül a Társulat csillagászati szakosztályaira, az Uránia bemutató csillagvizsgálókra hárul a csillagászati ismeretek közkinccsé tétele a lakosság legszélesebb rétegeiben.

Szerencsés körülmény, hogy a legutóbbi években az űrkutatás valóban világraszóló eredményei a témák iránt rendkívüli érdeklődést keltenek és a Társulat a maga szerény eszközeivel, valamint igen kisszámú szakelőadójával a megnövekedett igényeket alig tudta kielégíteni. Ehhez a munkához menetközben kellett kiképeznie előadóit, rokonszakos pedagógusok és képzett amatőr csillagászok bevonásával.

A tapasztalat szerint csupán adminisztratív eszközökkel, vagy egyedül bemutató távesővök beállításával feladatainkat nem lehet megoldani. Eredményeket csak ott tudunk elérni, ahol akadtak lelkes amatőr csillagászok, akik hivatásuknak tekintették a csillagászati ismeretek népszerűsítését. Munkánk további javulását is csak az amatőrök nagyobb mérvű bevonásától remélhetjük. Az Uránia bemutató csillagvizsgálók egyik fontos feladata az amatőrök összefogása és a szakkörökben az ismeretterjesztő munkára felkészítése. Ennek érdekében rendezte meg a Választmány Szentendre város tanácsának segítségével 1963 őszén, a magyarországi amatőr csillagászok első országos találkozáját.

A csillagászati ismeretterjesztés személyi feltételeinek biztosítása mellett nem kevésbé fontos a tárgyi feltételek, a korszerű szemléltetés biztosítása is, valamint az ismeretterjesztés fejlettebb formáinak (előadássorozatok, csillagászati kiállítások, szakkörök) alkalmazása. Mindez elsősorban az olyan Urániában valószínűleg meg, ahol órággal ellátott megfelelő teljesítményű táveső, állandó helyiség, az előadásokra és szakköri foglalkozásokra alkalmas előadóterem áll rendelkezésre. Az elmúlt három esztendő alatt öt új Uránia Csillagvizsgáló létesült Miskolcon, Szegeden, Székesfehérvárott, Szolnokon és Zalaegerszegen a városi tanácsok és más helyi szervek, valamint üzemek segítségével. Urániák szervezése folyamatban van Békés-

csabán, Fűzfőgyártelepen, Kecskeméten, Ózdon, Nyíregyházán, Sopronban és Szekszárdon.

Függetlenített, vagy félfüggetlenített vezetője van a budapesti, miskolci és szegedi Urániáknak.

Az ismeretterjesztő munka színvonalának emelését szolgálták az előadói konferenciák, a Választmány időszaki közlönye „A csillagos ég”, valamint a Választmány által rendezett levelező csillagászati tanfolyam, melyre az elmúlt három évben 275-en jelentkeztek és közülük 89-en le is vizsgáztak.

Szakosztályi élet

A beszámolási időszakban a szakosztályi élet fejlődése terén a budapesti, miskolci, pécsi, szolnoki és debreceni szakosztály ért el eredményeket, ami jelentős részben a társadalmi vezetés megerősödésének köszönhető.

A budapesti szakosztály vezetősége 2–3 havonként rendszeresen megtartotta vezetőségi üléseit, amelyen a tartalmi munka minden fontosabb kérdését megvitatták. A Borsod megyei szakosztály vezetősége is negyedévenként ülésezett és az egész megye területén irányította az ismeretterjesztő munkát, melynek tartalmi színvonala jelentősen emelkedett. A debreceni szakosztály példamutatóan foglalkozott az előadónak egyes témákra felkészítésével, az ismeretterjesztésben a tudományos alaposág biztosításával. A Baranya megyei szakosztály vezetősége is igen jól irányította a szakosztály tartalmi munkáját. Munkájukat évről évre rendszeresen elkészített munkatervük alapján végezték és negyedévenként szakosztály vezetőségi üléseken tárgyalták meg a soronlevő feladatokat. A szolnoki szakosztály vezetősége az Uránia munkájának irányításában tűnt ki. Ezekben a szakosztályokban előadási témákat is megvitattak és klubesteket tartottak. A budapesti és miskolci szakosztály vezetősége évről évre tartalmas klubprogramot dolgoz ki, az említett többi szakosztályokban esetenként tartottak klubesteket.

Bács megyében a szakosztályi élet súlypontja a megyeszékhelyről Bajára helyeződött át, ahol a városi tanács csillagvizsgálója az Uránia feladatkörét is ellátja. Állandó hallgatóság előtt magasabb színvonalú ismeretterjesztő előadássorozatot rendeztek, szakköröket szerveztek, melyek részére készített tematikát más megyék is átvették. Bács megyében a falusi, illetve tanyai ismeretterjesztés is sokat fejlődött.

Heves megyében az egri csillagdának évek óta húzódo építkezése hátrányosan befolyásolta a szakosztály munkáját, de remélhető, hogy már nem sokáig. Az Uránia működésének megindulásával a Csongrád megyei szakosztályi élet fellendítésének feltételei adva vannak, éppenígy Veszprém megyében a fűzfőgyártelepi és keszthelyi járási szakosztálynál is.

Mind ez ideig nem sikerült megalakítani a győri csillagászati szakosztályt, a jól működő vagongyári szakkör, a mosonmagyaróvári és soproni csoportok ellenére sem.

Az összevont szakosztályok közül igen jól működik a székesfehérvári és a Békés megyei, ahol rendszeresen foglalkoznak az előadók továbbképzésével is. Pest megyében a szétszórtan működő 9 tag nem tudta még kialakítani a csillagászati csoport szakosztályi életét, de évenként több mint száz előadást tartanak és számos előadói konferenciát rendeznek. Komárom, Nógrád, Tolna és Vas megyében a csillagászati csoport még megerősítésre szorul. Szabolcs megyében a három esztendő alatt több mint 400 előadást tartottak többezres hallgatóság előtt és remélhető, hogy az itteni Uránia létesítése megoldja a szakosztályi élet fellendítését is.

Az 1964. évi országos választmányi ülésen dr. Almár Ivánt a budapesti, Apostol Incét a miskolci és Ill Mártont a bajai szakosztályok elnökeit, valamint Rosta Zoltánt a pesterzsébeti csillagászati szakkör vezetőjét jó munkájuk elismeréséül a Társulat Országos Elnöksége társulati oklevéllel tüntette ki.

A csillagászati szakkörök szerepe az ismeretterjesztésben

Amíg a szabadtéri bemutatások főleg az érdeklődés felkeltését, az egyedi előadások egy-egy fontosabb kérdésben való tájékoztatást szolgálják, alapvető csillagászati ismereteket átfogó világképet az előadássorozatok és még inkább a szakkörök tudnak nyújtani. A szakkör tagjai nemcsak elsajátítják az elméleti és gyakorlati ismereteket, hanem lehetőségük van a színvonalas ismeretterjesztő munkára felkészülésre is. Számos szakköri tag bekapcsolódhat már az Urániák munkájába, ahol mint előadók és bemutatók működnek, de nem egy olyan is akadt, aki a szakcsillagász pályát választotta.

A csillagászati szakköröknek így egyrészt a magasabb színvonalú ismeretterjesztés, másrészt az előadók utánpótlása szempontjából van nagy jelentősége. Igen örömdetes, hogy az Urániák mellett, továbbá üzemekben, kultúrotthonokban, iskolákban ország-szerte már számos csillagászati szakkör működik.

A budapesti Urániában rendezett szakkörvezetőképző tanfolyam eredményeként szakkör indult Pesterzsébeten a Vasas Kultúrotthonban, ahol azóta bemutató Csillagvizsgáló létesült 23 cm-es távcsővel — Kőbányán, a Gömb utcai iskolában, a IX. ker. Úttörőházban. Csillagászati szakkörök működtek még a budapesti, miskolci, pécsi és szegedi Urániákban, továbbá Baján, Dunaújvárosban, Egerben, Fűzfő gyártelepen, Hajdúszoboszlón, Hatvanban, Győrött, Kaposvárott, Keszthelyen, Ózdon, Nyíregyházán, Székesfehérvárott, Szolnokon, Szombathelyen, Tiszapalkonyán, Várpalotán.

A budapesti Uránia csillagászati szakkörének és úttörői előadássorozatának hallgatóiból alakult 33 főnyi eszo-



3. ábra. A budapesti Uránia szakkörének látogatása a Piszkéstetői Obszervatóriumban. (Róka Gedeonné felvétele)

port 1964. június 23-án bérelt autóbusszal a MTA Csillagvizsgáló Intézete igazgatójának engedélyével meglátogatta a Pizskéstetői Obszervatóriumot, ahol Kálmán Béla mechanikustól magyarázatot hallottak a 8 m átmérőjű kupola és a benne levő 90 cm-es Schmidt-teleszkóp mozgató és egyéb berendezéseiről.

Június 23-án a gyöngyösi csillagászati csoport és vendégei (26 fő) látogatta meg a pizskéstetői megfigyelőállomást.

A győri vagongyári szakkör jutalomkirándulásként megtekintette a zalaegerszegi 30 cm-es távcsövet.

Az előadó és bemutatóképző szakköri mozgalom továbbfejlesztését jelenleg korlátozza, hogy a szakkörök távcsövekkel és távcsőépítő alkatrészekkel ellátása az Uránia Intézetnek a IFERT-be olvasztásával még nem nyert megoldást.

A magyarországi amatőrcsillagászok első országos találkozója

Országsszerte igen sok amatőrcsillagász, aki saját készítésű távcsövével rendelkezik még nem kapcsolódott be a megfigyelőhálózatba és a népszerűsítő munkában sem vesz részt.

Az amatőrmozgalom fejlesztése, összefogása és tapasztalatcseréje céljából a választmány a sajtó, a rádió és körlevelek útján két napos találkozóra hívták össze az amatőröket.

A találkozó megszervezéséhez Szentendre város ajánlotta fel segítségét, és javasolta, hogy a találkozót Szentendrére rendezzük annak emlékére, hogy Zeriváry Szilárd népszerűsítő író; aki olyan sokat tett az amatőrök szakirodalommal ellátása érdekében, Szentendrére működött és elhalálzásának 1963-ban volt öt éves évfordulója.

Az évforduló alkalmával Szentendre város tanácsa emlékérmeket alapított azzal, hogy minden évben a legjobb munkát végzett amatőrcsillagász kapja.

A találkozó előkészítéséhez nagy mértékben hozzájárult Darázs Endre költő és újságíró, a csillagászat barátjának sokoldalú segítése.

A találkozó szeptember 21-én és 22-én folyt le a szentendrei tanácsháza nagytermében. Az első napon 79, a másodikon 102 amatőrcsillagász



4. ábra. A szentendrei Tanácsháza. (Róka Gedeonné felvétele)



5. ábra. Városnéző úton a szentendrei találkozó résztvevői (Róka Gedeonné felvétele)

jelent meg, köztük az amatőrmozgalom irányítói és a szakkörök vezetői.

Az első napon Sziráki Ferenc vb. elnök megemlékezett Zerinváry Szilárdról, majd dr. Kulin György az amatőrészillagászat szerepéről, Ponori Thewrewk Aurél pedig a szakköri mozgalomról tartott vitaindító referátumot.

Délután városnéző séta, majd Ponori Thewrewk Aurél „Csillagászat és kultúránk” c. előadása következett.

A tanácskozás második napján ifj. Bartha Lajos az amatőrmegfigyelésekről, dr. Kulin György az amatőrészillagász műszereiről, Róka Gedeon pedig szervezési és továbbképzési kérdésekről tartott referátumai után dr. Kulin György az Országos Választmány elnökhelyettese a választmány nevében átadta a Szentendre Városi Tanácsa által alapított emlékérmét ifj. Bartha Lajos, a budapesti Uránia Csillagvizsgáló munkatársa, az 1963. évben legjobb munkát végzett amatőrészillagász számára. Délután dr. Almár Iván kandidátus, este pedig ifj. Bartha Lajos „Az új korszak csillagászata” címmel tartott előadást.

A tanácskozásokon elhangzott referátumokhoz igen sokan hozzászóltak és javaslatot tettek a további programra. Általános kívánságként nyilvánult meg az amatőrészillagások szervezetének megfelelő keretek között történő megalakítása a mozgalmat irányító és összefogó folyóirat kiadásának szűkségessége és az amatőrök szakirodalommal, távcsövekkel, tükrökkel, alkatrészekkel ellátásának igénye.

A találkozó idején dr. Etter Kálmán ügyvéd, amatőrészillagász, a Komárom megyei csillagászati szakosztály vezetőségének tagja „Csillagászat a bolygón” motívum gyűjteményét állította ki a tanácsháza nagyertermében.

A több világhiállításán díjazott bélyeggyűjteményt a résztvevők nagy érdeklődéssel tekintették meg.

A tanácskozáson résztvevők elhatározták, hogy az amatőr csillagászok találkozóját a jövőben minden évben megrendezik.

Galilei születésének 400 éves évfordulója

1964. február 15-én volt Galileo Galilei születésének 400 éves évfordulója. A társulat szakosztályai ünnepélyes előadásokon és emlékestéken ismertették a renaissance-kor nagy tudósának, a modern természettudományos gondolkodás és módszer, az újabkori csillagászat egyik megteremtőjének munkásságát.

A budapesti szakosztály tagjai a Magyar Tudományos Akadémia, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és az Unesco Magyarországi Bizottsága által az Akadémia felolvasó üléstermében 1964. február 27-én közösen rendezett ünnepséghez csatlakoztak, melyen Novobáczky Károly akadémikus tartott előadást és mint felkért hozzászóló Detre László akadémiai levelező tag működött közre.

Debrecenben március 18-án a Kossuth Lajos Tudományegyetem aulájában rendezett emlékestet dr. Tóth Lajos egyetemi tanár, a Fizikai Szakosztály elnöke nyitotta meg. Dr. Dezső Loránt a Csillagászati Szakosztály elnöke Galilei csillagászati, dr. Gáti Jenő adjunktus pedig fizikai munkásságát ismertette. Bágyörgyi Károly és Sinkó László a debreceni Csokonai Színház művészei Brecht: Galilei élete és Németh László: Galilei c. drámájából adtak elő részleteket. Az összekötőszöveget Thuróczy György dramaturg mondta el. Az emlékest végén dr. Csűry István könyvtár-igazgató megnyitotta az Egyetemi Könyvtár és a Református Kollégium anyagából összeállított kiállítást.

Egerben március 16-án lezajlott „Galilei est” első részében dr. Földi Pál a marxista esti egyetem igazgatójának bevezetője után dr. Mátrai Tibor főiskolai tanár tartott emlékbeszédet, majd dr. Zétényi Endre főiskolai docens, a csillagászati Szakosztály elnöke hozzászólásában Galilei távcsöves felfedezéseit napjaink ismeretterjesztési feladataival hozta kapcsolatba. Az est második részében Bessenyei Ferenc kétszeres Kossuth-díjas, érdemes művész, a Madách Színház tagja és Kálmán György a Nemzeti Színház tagja, színművészek tolmácsolásában részletek hangzottak el Brecht és Németh László drámáiból, dr. Osváth Béla a Nemzeti Színház dramaturgia kiegészítő szövegével.

Miskolcon március 9-én a TIT Értelmiségi Klubjában Hnisz László a Városi Tanács Művelődésügyi osztályának csoportvezetője, a Csillagászati Szakosztály elnökhelyettese és Apostol Ince, a Csillagászati Szakosztály elnöke tartottak előadásokat, melyeket kultúrműsor követett. A csillagászati szakkör tagjai a helyi és vidéki általános iskolákban tartottak Galileiről előadásokat.

Február 16-án Székesfehérvárott a Köztársaság Filmszínházban Sinka József tanár tartott filmvetítéssel egybekötött előadást, Kaposvárott a Galilei jubileum alkalmával az Ipari Iskola növendékei részére rendeztek „Ifjúsági emlékünnepséget”, Nógrád megyében Salgótarjánban, Balassagyarmaton és három vidéki városban rendeztek ünnepséget. Több más megyében is részben önálló előadásban, részben más témájú előadásokban is megemlékeztek a nagy természettudósra a világ megismerésében szerzett érdemeiről.

A budapesti Uránia 1964. évi tavaszi esztendői előadásprogramjában három előadás foglalkozott Galileivel.

Az 1964. évi Csillagászati Hetet főleg az Urániák székhelyén és más nagyobb vidéki városokban rendezték meg. Az előadások sikerét növelte, hogy az előadások egységes tematika, „A csillagászati megismerés útjai” téma köré csoportosultak.

A budapesti Csillagászati Hét előadásai a Kossuth-klubban hangzottak el az alábbi program szerint:

október 21-én Szimán Oszkár: A világmindenség szerkezete az égitestek fényében

Film: Színes csillagvilág

október 22-én dr. Detre László: A rádiócsillagászat és a radarecho módszer

október 23-án dr. Marx György: Mit árul el a Föld anyaga a Világegyetem fejlődéséről

Film: Százarcú anyag

október 24-én dr. Kulin György: A meteorok vizsgálati eredményei

Film: Az üstökösök

október 25-én dr. Almár Iván: Az űrhajózás szerepe a csillagászati megismerésben

Film: A nép a világűr hőseit ünnepli

október 26-án Róka Gedeon: Az elméleti megismerés útjai és tévútjai

Film: És feltárul az ég...

A Baranya megyei szakosztály által Pécsen megrendezett Csillagászati Hét programja:

október 21 dr. Bona Imre: A világmindenség felépítése a mai kutatások alapján

október 22 dr. Vereczkei Lajos, Kis Miklós dr. Tóth László: Az űrkutatás az orvos, a fizikus és a csillagász szemével

október 23 Heteyi Gábor: Mérőórákkal az égitestek között

október 24 Litz József: Rádióhullámok a csillagászat szolgálatában

október 25 dr. Görcs László: A Világegyetem megismerésének útjai és tévútjai

október 26 Mozsgay Gyula: Üzenetek a világűrből

Az előadásokat távcsöves bemutatás követte.

Békéscsabán a KISz városi klubjában tartott előadások:

október 28 Béres István: A Naprendszer élete

október 29 Süli Árpád: Hogyan segíti a rakéta a csillagászatot

október 30 Thury Sándor: Földünk utitársa a Hold.

A békési járási kultúrotthon klubjában Ponori Thewrewk Aurél, Gyulán az Erkel Művelődési otthonban Béres István, az orosházi Mezőgazdasági Technikumban Keresztúri Ferenc tartott előadást.

Debrecenben a TIT Csillagászati szakosztálya és a Városi Tanács közös rendezésében okt. 21-től 25-ig az alábbi előadások hangzottak el:

dr. Guman István: Rádióhullámok a világűrben

dr. Dezső Loránt: A Nap megfigyelésének új lehetőségei

Szimán Oszkár: A világmindenség az égitestek fényében (Hajdúszoboszlón)

Rados Mihály: Energiaforrásunk a Nap

dr. Zoltányi Endre: Mit találhat az első expedíció a Holdon

Vidi Imre: Az atomi részecskék üzenetei

Patkó György: Rádiómeteorológia

Kiss István: Az űrkutatás szerepe a csillagászati megismerésben

Miskolcon a Csillagászati Héten nyílt meg a Kilián toronyház X. emeletén létesített új Uránia Csillagvizsgáló. Megnyitót mondott dr. Csokás János egyetemi tanár, a TIT Borsod megyei szervezetének elnöke. Az avató beszédet Tóth János, a Városi Tanács V. B. Művelődésügyi Osztályának vezetőhelyettese tartotta, majd dr. Detre László az Országos Választmány elnöke tartott előadást a csillagászat legújabb eredményeiről.

Miskolcon a Csillagászati Hét keretében elhangzott előadások voltak még:

dr. Szabó Gyula: Az űrkutatás szerepe a csillagászati megismerésben.

Fábián Endre: A csillagászat szerepe az anyagi világ megismerésében.

dr. Kulin György: A Világmindenség szerkezete az égitestek fényében.

Apostol Ince, Bacsó János, Egri Károly, Fülöp László, Hajdú Julia, Kovács Béla, Kuncha István, Suba István, Varga Frigyes a megye 13 községében tartottak előadást.

Szegeden a József Attila Tudományegyetem Béke épülete nagytermében tartott előadások:

dr. Kunfalvi András: A Nap és családja

Márki Zay Lajos: Üzenetek a világűrből

Róka Gedeon: A Világegyetem megismerésének útjai és tévútjai

A Csillagászati Hét (okt. 21-okt. 25) főzfőgyártelepi előadásai:

Gausser Károly: A csillagászat legújabb eredményei

Bencez Sándor: Van-e élet a Földön kívül?

Rikk József: Rádióval a csillagok nyomában

A székesfehérvári Uránia Csillagászati Hetét a budapestivel azonos programmal rendezték, az előadásokat Sinka József, Hajmási József, Harza László és Torma Károly tartották.

A szolnoki Cukorgyár Uránia Csillagvizsgálójának előadásai:

okt. 22. dr. Kulin György: Az ember és a világmindenség

okt. 23. Ponori Thewrewk Aurél: Csillagászat és kultúránk

okt. 27. Tokody Lajos: Üzenetek a világűrből.

Zala megyében Zalaegerszegen és Nagykanizsán tartottak filmvetítéssel kísért előadásokat.

Esztergomban ifj. Bartha Lajos, Balassagyurmaton, Dorogon és Salgótarjánban Sinka József, Győrött Ill. Márton tartott előadást.

A szabadegyetemek csillagászati tagozatai

A budapesti József Attila Szabad Egyetem 1963—64 évre „A csillagászat képekben” címmel az alábbi programot dolgozta ki:

1. Mit figyelhetünk meg az égbolton? (Látogatás az Uránia Csillagvizsgálóban) dr. Kulin György az Uránia csillagvizsgáló igazgatója
2. A Föld helye a Világmindenségben. Film: Kosmosz. Ponori Thewrewk Aurél az Uránia ig. helyettese

3. Szűkebb csillagászati környezetünk: a Naprendszer. Szimán Oszkár tudományos munkatárs
4. A legközelebbi csillag: a Nap
Film: Napfogyatkozás
dr. Csada Imre tudományos munkatárs
5. Földünk testvérei: a bolygók
Film: Van-e élet a Földön kívül?
ifj. Bartha Lajos, az Uránia Csillagvizsgáló munkatársa
6. A Hold
Film: Földünk útitársa
Ill Márton, a bajai Csillagvizsgáló munkatársa
7. A Naprendszer kisebb égitestei
Film: Üstökösök
dr. Földes István tanszékvezető egyetemi docens
8. A Tejútrendszer csillagai
dr. Almár Iván tudományos munkatárs
9. A csillagrendszerek világa
Film: Helyünk a végtelenben
Dr. Detre László akadémiai levelező tag
10. Bolygók és csillagok keletkezése
Film: A világegyetem örök törvényei
Dr. Detre László akadémiai levelező tag

A keszthelyi Városi Művelődésügyi Ház és a keszthelyi járási szakosztály közös rendezésében elhangzott csillagászati szabadegyetemi előadások:

1. Atomok és világegyetem. Kulesár Zoltán főisk. adj.
2. Földünk kialakulása. Dr. Nagy Zsigmond növényfiziológus
3. Napunk és a csillagok energiagazdálkodása. Bartos Attila egy. tanársegéd.
4. A hold megismerése és meghódítása. Dr. Ihász Imre vegyész
5. Bolygószomszédaink a Vénusz és a Mars. Kolos Tibor gimn. tanár
6. Csillagászat és naptárkészítés. Dr. Arató Sándor
7. Kisbolygók és üstökösök. Dr. Kulin György csillagász a Bp. Uránia igazgatója
8. Kozmikus hatások a Földön és a világűrben. Szepesi Tibor gimn. tanár
9. A világűr kutatás eddigi eredményei. Biró Imre posta műsz. fő-felügyelő
10. Csillagászat és világnézet. Róka Gedeon, a TIT Orsz. Csillagászati Választmányának titkára.

A miskolci szabadegyetemi előadások tematikája:

1. Ismerkedés az égbolttal. Az égboltozat csillagképei
2. A Föld mint égitest, s bizonyítékai.
3. Az ember csillaga a Nap. A Nap földi hatásai.
4. Rendszerek a Naprendszerben: bolygók, üstökösök, meteorok!
5. Van-e élet a Földön kívül? Más naprendszerek
6. Csillagvárosunk: a Galaxis (Tejút). Alakja, szerkezete.
7. Az égitestek keletkezése és fejlődése.
8. A csillagászat története. A tudományos világnézet fejlődése. Forradalom a világnézetben. A magyar csillagászat rövid története.
9. Az űrhajózás szerepe a világmindenség megismerésében. Az űrhajózás életteni feltételei. A bolygók közötti utazások.

10. A csillagászat szerepe a pontos időmeghatározásban. Az idő mérése, Naptárreform tervek.
11. Gyakorlati csillagászat: a távcső építése, tükörcsiszolás, a távcső kezelése, távcsöves bemutatások.

Külföldi kapcsolatok

V. V. Saronov szovjet professzor cikket írt az 1964. évi Csillagászati Évkönyv számára. 1962 májusában előadást tartott Jezerszkij szovjet professzor, 1963 tavaszán pedig V. Sorgenfrey müncheni amatőr csillagász látogatta meg a budapesti Urániát, ugyancsak itt tartottak előadásokat 1963 januárban M. F. Sirokov szovjet, októberben B. A. Kordylewzski lengyel csillagászok.

Kulin György (Budapest) szovjetunióbeli, Szabó Gyula (Miskolc) NDK-beli társulati társas utazáson vett részt. A győri vagongyári csillagászati szakkör meglátogatta Csehszlovákiában a Hlohovec-i népi csillagdát.

A budapesti Urániában ifj. Bartha Lajos csoportja az 1963-as Mars oppozíció megfigyeléseit Jugoszláviával, Csehszlovákiával és az NDK-val kooperációban végezte. A rokon célú külföldi intézmények közül ifj. Bartha Lajos kapcsolatot épített ki a Wiener Urániával, a müncheni bajor csillagvizsgálóval, dr. Werner Sandner magánobszervatóriumával, a prágai Népi Csillagvizsgálóval, a berlini Archenhold és Foerster, valamint a zagrebi Városi Obszervatóriummal.

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Uránia Bemutató Csillagvizsgálóinak működéséről

(1963 május 1 — 1964 április 30)

A csillagászati ismeretterjesztés a TIT keretében az Urániák munkája révén is egyre erősödik.

Jelei mutatkoznak annak, hogy megtaláltuk a csillagászati ismeretterjesztés korszerű és tömegméretű formáit, de még távol állunk attól, hogy ezek a formák országosan érvényesülnek.

Egyre nő azoknak a munkatársaknak száma, akik Budapesten és vidéken rendszeres képzésben részesülnek és a szerteágazó munka valamely területén aktivakká válnak.

Két alapvető hiányosság gátolja még a munka kiszélesítését: az egyik az ország minden érdeklődőjéhez eljutó írásos anyag, egy amatőrcsillagászati mozgalmi folyóirat, a másik pedig az amatőrcsillagászok ellátása távcsövekkel, vagy ami azt részben pótolná — az állandó jellegű tükörcsiszoló és távcsőépítési tanfolyam.

A budapesti munkát erősen akadályozta az a tény, hogy az 1963. aug. 18-i vihar a bemutató távcsövet és a teraszt megrongálta. Örvendeteseek viszont azok a perspektívák, amelyek a további fejlesztés terén nyíltak. Még 1963-ban hozzákezdünk Orgoványi János tervei alapján egy új kupola építéséhez, amely az egész teraszt beborítja. A beszámolási időszak végén a munkálatok már befejezés előtt álltak.

Az Uránia fejlesztésére, új terasz és belső feljáró építésére 370 000 Ft hitelt kaptunk. Az építési terveket társadalmi munkában régi lelkes tagunk Hardi Ferenc mérnök készítette el. Építési kapacitás hiányában azonban a munka még nem kezdődött el.

Évtizedes tervünk egy nagyobbbszabású Bemutató Park létesítése, amelynek főépületében nyerne elhelyezést az állandó Csillagászati Kiállítás az évszázados csillagászati műszerekből, itt nyerne felállítást a 40 cm-es Nasmith rendszerű távcső 10 méter effektív fókusszal, amelynek mechanikáját a Tiszapalkonyai Erőmű készítette szocialista szerződés keretében, optikája pedig az Urániában készült.

Napmegfigyelő műszer, napkóhó és napkemence s ugyancsak a Nap energiáját hasznosító szélmotor, egy rádiótávcső, panoráma periszkóp és több szemléltető napóra kerülne itt elhelyezésre.

Erre a célra ezévre 610 000 Ft beruházási összeget kaptunk, a terveket társadalmi munkában Zalaváry Lajos készítette. A helykijelölés és az építési kapacitás hiánya miatt e szép terveket még nem valósíthattuk meg.

Az Uránia munkája tehát egyelőre a régi keretek között folyt, az elemi csapás miatt 8 hónapos kieséssel, úgyhogy a beszámolási időszakban a bemutatást főként a két kihelyezett részleg, a Citadella és a Vérmező távcsövei végezték.

1. A mindennapos bemutatások

rendszerint folytak, de a távcső károsodása után az iskolai csoportoknak csak előadást és filmvetítést tartottunk.

2. Csütörtöki sorozatok

Megtartottuk, az 1963 őszi és az 1964 tavaszi sorozatot. Az 1963. őszi sorozat 8 előadása 1963. okt. 17-től dec. 19-ig tartott, előadói és előadásai a következők voltak:

Dr. Kulín György: A csillagászat amatőrjei, Sinka József: Égitest szomszédaink felé, Dr. Béll Béla: A Nyugodt Nap Nemzetközi Éve, ifj. Bartha Lajos: A Mariner—2 eredményei, Dr. Detre László: A galaxismagok kozmogóniai jelentősége, Dr. Fényes Imre: Az entrópiatétel fogalma és jelentősége, Ponori Thewrewk Aurél: A csillagászat kultúrtörténeti szerepe, Róka Gedeon: A fizika megmaradási tételei a csillagászatban.

Az 1964 tavaszi sorozat 10 előadással március 26 és május 28 között zajlott le. Előadói és előadásai:

Dr. Kulín György: A csillagász Galilei, Dr. Abonyi Iván: Mázer és lézer a csillagászatban, Dr. Vekerdi László: A Galilei perek, ifj. Bartha Lajos: A Hold és más bolygóhoidak újabb kutatási eredményei, Róka Gedeon: A fizikus Galilei, Dr. Horváth Árpád: A nagy per (Giordano Bruno), Dr. Marx György: Gravitációs robbanások? Ponori Thewrewk Aurél: A csillagászati egység problémája, Dr. Almár Iván: Az űrkutatás 1963—64-ben, Dr. Egyed László: Geofizikai mesterséges holdak.

3. Galilei-Kiállítás

A budapesti Szabó Ervin Könyvtár nagysikerű Galilei-kiállítást rendezett a központi székházában. Utána a képanyagot megkapta az Uránia Csillagvizsgáló és a gazdag képanyagot (aminek összeállításában ifj. Bartha Lajos működött közre) heteken át látogatóink megsejmelhették.

4. Filmvetítés

Nagy Ferenc gondnok a saját filmanyagunkon kívül érdekes természet-tudományos filmeket vetített az év folyamán részint az előadások után, részint vasárnaponként külön is.

5. Uránián kívül tartott előadások, cikkek

Munkatársaink közül a rádióban, ill. a TV-ben ifj. Bartha Lajos, Gauser Károly, dr. Kulín György, Ponori Thewrewk Aurél, Schalk Gyula és Róka Gedeon tartottak előadásokat.

Számos esetben látták el munkatársaink a Magyar Távirati Irodát aktuális híryanaggal.

Budapesti és vidéki lapokban, folyóiratokban sok cikk jelent meg munkatársaink tollából s ezenkívül az irodalmi folyóiratokban is cikkeket.

írtak ifj. Bartha Lajos, Gauser Károly, dr. Kulin György, Ponori Th. Aurél, Schalk Gyula és Róka Gedeon.

A Szabadegyetem, Munkásakadémiák és más TIT rendezvényeken Budapesten és vidéken számos előadást tartottak ifj. Bartha Lajos, Gauser Károly, dr. Kulin György, Moisza János, Kanyó Lajos, Nemecek Adolf, Ponori Th. Aurél, Róka Gedeon, Schalk Gyula és Szécsy Ilona.

Telefonszolgálatunk révén igen sok esetben adtunk szakmai felvilágosítást az érdeklődőknek.

Kiterjedt levelezőszolgálatunk révén az ország minden részéből érkező érdeklődő levelekre szakmai választ adtunk. Az Élet és Tudomány, a Természet Tudományi Közlöny, Valóság, Világosság, Népszerű Technika, Ezermester, Fizikai Szemle és más folyóiratokba munkatársaink több alkalommal írtak cikkeket. Az Élet és Tudomány szerkesztésében Ponori és Kulin vettek részt.

6. *Citadella és Vérmező*

Az év folyamán május 1 – október 31-ig működött a két kihelyezett bemutató részlegünk, ahol az esti órákban igen számosan fordultak meg a csillagászati bemutatásokon.

Ezt az ismeretterjesztő formát melegen ajánljuk azoknak a vidéki városoknak, ahol a város nevezetességei sok látogatót vonzanak, mert az esti bemutatások mellett a nappali panoráma bemutatók is igen vonzóak.

7. *Statisztika*

Az Urániában a nyárvégi és őszi, valamint a tavaszi időszak kiesése miatt a forgalom erősen lemaradt az eddigiek mellett. Így összesen, a kihelyezett részlegeken, az Urániában mindössze 42 400 látogató fordult meg a beszámolási időszakban.

8. *Személyi ügyek, munkatársak*

Az Uránia jelenlegi státusa:

Igazgató: Dr. Kulin György

Igazgatóhelyettes: Ponori Thewrewk Aurél másodállásban

Gondnok: Nagy Ferenc

Tervező mechanikus: Orgoványi János, félállásban

Adm. pénztáros: Balassi Margit, félállásban

Kitüntetés: 1964 ápr. 4-én Nagy Ferenc Kiváló dolgozó oklevelet és pénzjutalmat kapott az Országos Titkárságtól.

Társadalmi munkatársak közül ifj. Bartha Lajos elismerő oklevelet és Zerinváry emlékérmét, Rosta Zoltán elismerő oklevelet kapott.

Az Uránia társadalmi munkatársai; akik az Uránia Csillagvizsgáló előadásainak tartásában, bemutatásokban és a tudományos megfigyelő és más munkában vettek részt:

Barcza Szabolcs, ifj. Bartha Lajos, †Bárczy Géza, Drahos Dezső, Erdős Tamás, Fejes Imre, Fejes Lajos, Gauser Károly, Gellért András, Halász, Gyula, Hardi Ferenc, Hegyessy Péter, Hufnágel Lenke, Jáger Tamás, Kanyó Lajos, Lieszkó Ildikó, Maklári Károly, Markovlyev Biszerka, Moisza János, Nagy Sándor, Nemecek Adolf, Piret Endre, Rosta Zoltán, Sarkadi Nagy István, Schalk Gyula, Szalay Mihály, Szécsy Ilona, Zalaváry Lajos.

A felsoroltak közül néhányan és több szakköri tag társadalmi munkájával segített a kupola építésében.

A beszámolási időszakban az elmúlt évekhez képest az észlelések nagy mértékben csökkentek, elsősorban az Uránia egyetlen komoly műszerének, a 20 cm-es Heyde-refraktornak 1963. augusztus 18-án bekövetkezett károsodása miatt. Hogy ennek ellenére a megfigyeléssorozat mégsem szakadt meg, az részben annak köszönhető, hogy számos észlelési program kisebb műszerekkel is végrehajtható; másrészt néhány munkatársunk odaadó és lelkes munkáján is múlott. Itt elsősorban Ponori Thewrewk Aurél és Szalay Mihály, valamint Gellért András és Nagy Sándor nevét szeretném kiemelni. Részben saját műszereikkel, részben az Urániától kölcsönkapott készülécsövekkel is igen értékes megfigyeléseket végeztek.

A programszerű megfigyeléssorozatból törölnünk kellett a rendszeres napészlelést, viszont kísérleteket folytattunk a csillagászati fényképezéssel.

1. Hold-megfigyelések.

Az 1963-as év első felében 6 alkalommal figyeltük meg az Aristarchos fénylését a Hold hamuszürke fényében. A kráter négy alkalommal látható volt, kétszer azonban láthatatlan maradt. Több változó foltot észleltünk a Mare Crisiumban és a Mare Nubiumban. (Bartha.)

Az Aristarchos fénylésére vonatkozó, jelentősen kibővült észleléssorozatot Balassi Margit újra feldolgozta. Ennek alapján megállapítható volt, hogy régebbi feltevésünkkel ellentétben a fénylés nem függ a librációs szögtől, de a naptevékenységgel sem hozható kapcsolatba. A fénylés ingadozása teljesen szabálytalan.

2. Bolygó-megfigyelések.

Merkur. 1963 tavaszán Bartha 4 alkalommal készített rajzot a Merkurról. Ezeken két sötétebb terület és egy világos rész különböztethető meg, a foltok azonosíthatók az Antoniadi-féle Merkur-térképpel.

Vénusz. Az 1964-es elongáció idején Ponori és Bartha végzett észleléseket, Ponori távcsövén. A kis méretű, de kiváló optikájú műszerrel több esetben észlelhető volt a terminátor beöblösödése, valamint a déli fehér pólusfolt.

Mars. Az 1963-ban készült Mars-rajzok topografikus kimérése folyamatban van, ezt a munkát Markovlyev Biszerka végzi. Az átlátszósági adatok kiértékelését Bartha végezte. Ezek továbbra is megerősítik azt a feltevést, hogy a naptevékenység hatása a Mars légkörében is visszatükröződik.

Jupiter. 1963 szeptember-októberében Gellért András egy 8 cm-es refraktormmal 26 rajzot készített a Jupiter sávjainak eloszlásáról. Az igen részletgazdag rajzok — melyek a Nagy Vörös Foltot is feltüntetik — kimérése folyamatban van.

3. Űstökös-megfigyelések.

1963-ban az Ikeya üstökös kómájának fotometrikus észlelését Bartha és Hufnágel Lenke, az Alcock (1963b) üstökös fényességészlelését Bartha, Ponori, Hufnágel valamint Gellért és Hegyessy Péter végezték. Különösen feltűnő volt az Alcock üstökös hirtelen fényességfellobbanása 1963 májusában. A fényesség ekkor mintegy 30-szorosan nőtt meg. Mivel nem esik

egybe semmiféle napkitöréssel, feltehetőleg az üstökösmagban lezajló változásra vezethető vissza. Meghatároztuk a fotometrikus paramétereket is (Bartha).

4. Változók

A változócsillag megfigyelések zömét a szabálytalan és RV Tauri típusúak észlelése tette ki. Gellért András szervezte az észleléseket. Bartha, Gellért, Fejes Imre, Hufnágel Lenke, Hegyessy Péter és Maklári Károly mintegy 200 fényességbecslést végeztek a 20 cm-es Somet Monar refraktorral.

Bartha rendszeresen észlelte a gamma Cassiopeiae, alfa Orionis és zéta Aurigae fényváltozását.

A zéta Aurigae, fedési változó 1963—64-es fogyatkozását Bartha, Szalay Mihály és Nagy Sándor észlelte. Ezek szerint a fedés 1963. december 1-én kezdődött és 1964. január 5-én ért véget. A fedés tartama 5 nappal volt rövidebb a megadottnál, az amplitúdó integrált fényben 0,5 magnitúdó, sárga színszűrővel 0,2 magnitúdó volt.

A Nova Herculis 1963-ról 130 észlelést végeztünk, az adatokat Gellért dolgozta fel.

5. Egyéb észlelések

Holdfogyatkozás. Az 1963 július 6—7-i holdfogyatkozást az Urániában sikerült igen részletesen megfigyelni. (Bartha, Fejes, Hufnágel, Hegyessy, Gellért, Jäger, Maklári, Ponori, Schalk, Sarkadi.) Az adatok feldolgozása folyik.

A Perseida meteorraj megfigyelésére (Jósvafőn) a borult idő miatt csak egy napon kerülhetett sor (Bartha és Maklári).

6. Közlések

Az Urániában végzett megfigyelésekről a VdS Nachrichtenblattban, a Die Sterneben és a Sky and Telescope-ban került sor.

1964 március 8-án Bartha a Magyarhoni Földtani Társulatban előadást tartott a Hold vulkányanus jelenségeiről.

ifj. Bartha Lajos

A budapesti Uránia csillagászati-űrhajózási szakköre

A lehető teljes műveltséget, egységes világképet nyújtani igyekvő iskolai oktatási anyag nem adhatja meg mindazt, amire a jövő szakembereinek szüksége lehet. Sőt vannak szaktudományok, melyek — valljuk be, méltatlanul — kevés helyet kapnak az iskolai tantervekben. Ezek közé tartozik a csillagászati is. Anyagi világunkat a maga teljességében bemutató, jelenségeinek az egyedül helyes materialista szempontok szerinti magyarázatát megadó szaktudományunk csak itt-ott, nem szerves egészében, és nem egyszer naív, sőt helytelen állítások alakjában szerepel az iskolai tankönyvekben. A csillagászati ismeretterjesztésnek kell felszámolnia azt az ijesztő hiányt is, amely az idősebb korosztályok alapvető csillagászati ismereteire jellemző még ma is.

Talán egyetlen más tudomány sem szorul úgy az iskolák, kultúrotthonok és más intézmények kobeledében és mellette működő szakkörökre és szakköri munkára, mint a csillagászat.



6. ábra. A Budapesti Uránia szakkörének egyik csoportja

A felismert célok megvalósítására alakult mai formájában a budapesti Uránia csillagászati-űrhajózási szakköre is. Tagjai akkor nagyrészt az Optikusok Baráti Körében működő amatőrök és érdeklődők soraiból kerültek ki. A szakkör összetétele nem, kor és előképzettség szempontjából ma is igen vegyes. Általános iskola felső osztályos tanulóitól nyugdíjasokig, üzemi fizikai dolgozóktól főmérnökig, kezdő érdeklődőktől jól működő szakkör vezetőjéig terjed a széles skála. Érdekes viszont, hogy a kor szerinti összetétel fokozatosan megváltozik a fiatalok javára.

A szakkör megalakításakor is tudatában voltunk annak, hogy eredményes munka csak a tagok aktív részvétele útján biztosítható. Ezért szaktottunk a néhány előző, szűkebb méretű szakkör működési elgondolásával, és nem a szakkörvezető felépített rendszerességgű előadásaira és a tagság többé-kevésbé passzív, befogadó szerepére építettük a munkát. A kéthetenkénti foglalkozásokon a megalakulás óta minden alkalommal két önként vállalkozó tag kiselőadása hangzik el egy-egy általuk választott témakörből. A beszámolókat a tagság minden szempontból megbírálja, szükség szerint kiegészíti. Végül a körvezető összefoglalja és kiemeli az elhangzottakból le-sűrhető tanulságokat.

A kiselőadásokra való készülés komoly önálló munkát kíván az előadótól: anyaggyűjtést, válogatást, csoportosítást és rendszeres felépítést. Az anyag előadásával viszont beszédképességét fejleszti és gyakorlatot szerez a nyilvános szerepléshez.

Víszonylag kevés azoknak a tagoknak a száma, akik csupán egy előadást tartottak. Aki első szereplésével túljutott a kezdet nehézségein, a kapott bírálatok felhasználásával újabb és újabb témákkal jelentkezik, vagy ugyanazt a témát csoportosítva több részletben adja elő. Szorgalmával és felkészült-

7. ábra. Vad Ibolya előadást tart
a szakkör tagjainak

ségével különösen kitűnt többek között Gesztesi Albert, Horváth László, Nagy Sándor, Seibin László és Vad Ibolya.

Az elméleti kérdések mellett számos gyakorlati: távcső-építési, észleléstechnikai útmutatás, rakétamodell-ismertetés és világnézeti előadás is elhangzik.

Az előadások témái — látszólagos rendszertelenségük ellenére — másfél-két év alatt a csillagászat minden alapvető és fontosabb ágát felölelik. A témák megválasztásánál előnyben részesülnek azok a kérdések, melyek az Országos Választmány által összeállított előadóképző és szakkörvezető tanfolyam vizsgaanyagában szerepelnek. A szakköri tagok sok ilyen kérdést dolgoztak fel kiselőadásokká. Az eredményt az 1964. április 24-i beszámoló is mutatta: a szakkör 15 vizsgázó tagja közül részben a kezdő, részben a kezdő és haladó fokon kilencen a kiválóan megfelelt, a többiek a megfelelt fokozatot érték el.

A beszámolók jelentősége igen nagy, hiszen hazánkban a tudományos csillagászati ismeretterjesztés jórészt az amatőrök kezében van. A szakköri tagokból lesznek majd a mi munkánkat folytató ismeretterjesztők. Ehhez a feladathoz nem elegendő a puszta elméleti képzés. A szükséges előadói képesség és gyakorlat megszerzéséhez a szakkör a legalkalmasabb, ha ugyan nem az egyetlen megfelelő hely. A szakköri munkába való, sok



8. ábra. Párnieszky József távcsővel



9. ábra. Sebők Lajos saját készítésű távcsővével

örömet okozó bekapcsolódás szinte odaköti a körhöz a komoly érdeklődőket. Az előadók többnyire maguk gondoskodnak állandó utánpótlásról, mert barátait, ismerőseiket rá tudják venni a szakkör látogatására.

A kiselőadások és az azokat követő vita és megbeszélés után a foglalkozásokon — rendszerint ifj. Bartha Lajos munkatársunk — összefoglalja a külföldi szakfolyóiratokból és más forrásokból származó legfrissebb és legérdekesebb csillagászati és űrkutatási híreket. Ezek a népszerű ismertetések olyan újabb eredményeket tárnak a tagság elé, melyekről különben esetleg csak hetek vagy hónapok múlva értesülhetne a magyar nyelvű irodalomból.

Általában negyedévenként a szakkör tagjai megfelelő útmutatás alapján a szabad ég alatt ismerkednek meg az évszak csillagaival és érdekesebb vagy nevezetesebb látnivalóival. Ilyenkor kerül sor a részletesebb távcsőkezelési ismeretek átadására.

Az eredményesen szerepelt szakköri tagok egyikét-másikát más budapesti szakkörök is „kölcsonkérik” egy-egy beszámoló tartására.

A változatos, eleven szakköri élet, az eredményes ön tevékeny munka öröme és a tudásvágy nemi engedi lemorzsolódní a valóban komoly szándékú érdeklődőket. A fog-



10. ábra. A tél Hold. (Párniczky József felvétele. Készült 550 mm-es Busch-Biotelar objektívvel, 1:7-es fényerős optikával, 12-es nyílással, 17 DIN-es filmre, 1/50 mp expozícióval)

lalkozásokon jelenlevők létszáma ritkán kevesebb 30—40-nél. (A szakkör létszáma 1964 tavaszán kb. 80 fő volt.)

A budapesti Uránia Csillagvizsgáló új munkatársainak szinte mindegyike a szakköri tagok sorából kerül ki. Ők már belekapcsolódnak az Uránia tudományos megfigyelő munkáiba is, és jártasságot szereznek a Nap, bolygók, változók, novák stb. megfigyeléseinek technikájában.

Jórészt az Uránia csillagászati szakköre nyomán alakult és működik számos más szakkör is Nagybudapest területén. A Hámán Kató úti Úttörőház tetején már elkészült a forgatható kupola is, melyben egy 20 cm átmérőjű, coudé-rendszerű reflektor nyer elhelyezést. A Pesterzsébeti Vasas Művelődési Ház (Csili) csillagászati szakköre már felállította a Művelődési Ház tetején csukható bódében a 23 cm-es reflektorát, s ezzel időnként iskolai csoportoknak is ad bemutatást. Egyelőre nagyobb műszer nélkül működik a X. ker. Kőbányai Pataki István Művelődési Ház, továbbá a XIII. ker. Gömb utcai általános leányiskola csillagászati szakköre. A tagságot alkotó diákok a rendszeresen felépített, általános csillagászati ismereteket adó előadások meghallgatásán kívül kiselőadásokat tartanak, kisebb teljesítőképességű távcsöveket építenek, napórákat és zsebórákat szerkesztenek, távcsöves megfigyeléseket végeznek és csillagászati ki mit tud versenyeket rendeznek.

Bizonyosra vehető, hogy a mostani szakkör egyik-másik tagját néhány éven belül a TIT hivatásos előadójaként, vagy a csillagászat szakavatott képviselőjeként üdvözölhetjük.

Ponori Thewrewk Aurél

BAJA

A Baja Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézete a TIT ismeretterjesztő munkáját is igen aktívan támogatja. Az 1963. április 1-től — 1964 ápriliséig végzett munkájáról ezért — a korábbi Évkönyvekhez hasonlóan — e helyen is beszámolunk.

Az Intézet fejlesztése keretében elkészült az új épület és átlett adva rendeltetésének. Az új épület tetején az előzetes terveknek megfelelően elhelyeztük a mesterséges hold észlelési műszereket.

A Szovjetunióból kapott NAFA 3c/25 kamera részére mechanikát tervezett III és Sütő, amelyet el is készítettünk. Ezzel az első mérési sorozatokat is elvégeztük. Jelenlegi szerelésében a kamerával lehet kézből tetszőleges hosszúságú expozíciókat végezni, vagy pedig kronométer vezénnyel szabályos időközökben meghatározott hosszúságú időket. Az időmérés pontosságát az időközben beszerzett katódsugaras oszcilloszkópnak a késések szabatos meghatározására való felhasználásával sikerült növelni. Jelenleg időmérési pontosságunk eléri a 0,005 sec-ot.

Beszereztünk diakészítő berendezést és ennek segítségével egyelőre ismeretterjesztő munkánk számára diafelvételek készültek, illetve folyamatosan a szükségleteknek megfelelően készülnek.

Rendszeresen végezzük a napfényképezéseket. Sütő készített egy felvétel sorozatot a nyári (1963) holdfogyatkozásról. A munkák általában igen sok szakszöveg fordítást igényelnek, melyeket III és Sütő végeznek.

Baján tartottuk a szputnyikmegfigyelési albizottság egyik konferenciáját, amelyen a fotográfikus észlelés és kiértékelés problémáiról, egy másutt tartott konferencián pedig az efemeridaszámításról III tartott előadást. Külföldi folyóiratok számára III két dolgozatot írt. A szocialista országok

szputnyik-megfigyelőinek értekezletén részt vett Ill Márton és ott „Szimultán szputnyik-megfigyelések feldolgozásával kapcsolatos tapasztalatok”, valamint: „A légkör sűrűségváltozásainak meghatározása szimultán vizuális szputnyik-megfigyelések alapján” címmel két előadást tartott. (Moszkva, 1963. december 19—23.)

Intézetünkben járt prof. V. M. Kukarkin és M. A. Lurie moszkvai csillagászok és prof. E. Penzel Rhodewisch-ből. Kukarkin professzor előadótérünk megnyitó előadását tartotta, M. A. Lurie pedig az Intézet dolgozóival a szputnyikészlelési problémákról megbeszélést tartott, amelyen részt vett dr. Almár Iván kandidátus, csillagász is. E. Penzel professzor pedig az INTEROBS-al kapcsolatos ügyek megbeszélése végett érkezett Intézetünkbe.

Az INTEROBS-program már komoly mértékben kiszélesedett. A résztvevők száma 25. A nyugati országok megfigyelői is már érdeklődnek az INTEROBS-program iránt. A résztvevő 25-ből 2 már nyugati megfigyelő.

A végzett megfigyelések (pozíciómérések) száma évenként néhány ezer körül mozog. A szám önmagában semmitmondó, de jelent valamit, ha megemlítjük, hogy az Asztroszovjet 1962. decemberi értékelése szerint a bajai állomást az első 3 között említették a szocialista országok között. Méréseink eddig zömmel vizuálisak voltak, mint világszerte mindenütt. Ennek természetesen magyarázata az, hogy a legtöbb hold olyan halvány, hogy fotografikus észlelésre alkalmas műszer csak kevés helyen áll rendelkezésre.

A megfigyelések, illetve mérések kezdetben az Asztroszovjet útmutatásai alapján történtek, de csakhamar fellépett az igény a pontosabb és eredményesebb módszerek iránt. Mind a mérési pontosságot, mind az egy személy által végezhető mérések számát jelentékenyen megjavította az Ill által kezdeményezett fotoregisztrációs módszer. Ennek lényege az, hogy észleléskor a műszer saját fokbeosztását fényképezzük és így 3—5 sec-onként lehet egy-egy pozíciómérést végezni. Tekintve, hogy a fotografikus méréseknek tagadhatatlan előnyei vannak, igyekeztünk ennek alapját nálunk is megvetni. Ill épített házilag egy régi objektív felhasználásával egy fotokamerát, amely 50 cm-es fókusz távolsággal a legnagyobb igényeket is ki tudja elégíteni pozíciós pontosság szempontjából. Fényereje azonban kicsiny, így csak fényesebb holdak mérésére tudjuk használni. Az Echo II hold első magyarországi méréseit ezzel sikerült végezni és ezekről a mérésekről Washingtonból is kértek kontakt másolatokat.

Nagy terveink vannak a NAFA 3c/25 típusú fotografikus kamerával. A kamerát tudományos programban a beszámlási időszak végéig megfelelő méretű film hiányában nem tudtuk használni. Ezzel a mérések két részből állanak tulajdonképpen: a pozíció és a hozzátartozó időmérésből. Az utóbbi legalább olyan fontos, mint maga a pozíciómérés. Jelenleg a kronográfunk leolvasásánál elértük a $\pm 0,005$ sec-t, de fejlesztésén állandóan dolgozunk (Sütő).

Ismeretterjesztő munkánk kissé csökkent, aminek az a magyarázata, hogy az Intézet dolgozói a tudományos munkánál — lévén még mindig csak két status — erősen le vannak terhelve. Ennek ellenére az előadás-kérsékeknek igyekeztünk minél nagyobb mértékben eleget tenni. Égítést bemutatóink és azokkal kapcsolatos kiselőadásaink változatlanul minden derült időben szép látogatottsággal voltak. Előadótérünk megnyitásán a látogatók egy része már nem tér be, az az óta tartott 4 előadáson is átlag 60—70 látogató vett részt.

Borbás Mihály
az Intézet vezetője

A Csillagászati Szakosztály az elmúlt ismeretterjesztési évet a fellendülés jegyében folytatta, aminek alapfeltétele volt, hogy megtörtént a csillagászati torony (főiskolai toronyterasz) felújítása. Erről a helyről nappal a kiránduló csoportok tekintik át szép városunk fekvését, épületeit, közvetlen környezetét. Csillagos estéken pedig kihelyezzük távcsöveinket és megfelelő magyarázat kíséretében bemutatásokat tartunk. Erre 1963 októberében, a Csillagászati Héten volt három év után először alkalom.

Meggyőződésünk, hogy a tartalmas és nívós előadás mellett is a távcsöves bemutatásoknak van nagyobb vonzóerejük dolgozóink felé. Ennek bizonyítására eddig is számos példát említettünk. Ezen okulva Megyei Szervezetünk két éve 2 hordozható távcsövet szerzett be jelentős anyagi áldozattal, és azokat járási székhelyeinkre, Hatvanba és Gyöngyösre helyezte ki, ahol egy-egy lelkes csillagász szakosztályi tagunk biztosítja az aktív működést. Ugyanezek a helyeken csillagászati csoportot is szerveztünk. Így már három hordozható távcső birtokában vagyunk. Az elmúlt oktatási időszak alatt főleg a hevesi és a gyöngyösi járásban tartottunk távcsöves bemutatással kapcsolatos előadásokat.

Falusi és városi hallgatóinkat elsősorban az időszerű csillagászati problémák érdeklik. Néhány újsághír napfolttvékenységről emlékezett meg a tél folyamán, s várták annak következményeként a „sarki fényt”. Ekkor ezek a kérdések kerültek az érdeklődés előterébe.

Keresett csillagászati témák: az űrhajózás feltételei, a Hold, versenyben a világűr meghódításáért, útban a Vénusz felé, a Nap és földi hatásai, továbbá, miért változnak az évszakok, kozmikus hatások a Földön, a csillagok energia-gazdálkodása.

A falusi tapasztalatokról — a fentieken kívül — még annyit fűzünk hozzá, hogy az égitestekről alkotott elképzelésüket sikeresen befolyásolják a távcsöves szemlélődések, amikor saját szemükkel győződnek meg például a Hold testszerűségéről, alakjáról, felszíni formájáról. Még mindig kísért az a gondolat, hogy a csillagok, bolygók befolyásolhatják az emberek, nemzetek sorsát, életét, (csillagjósolás, horoszkóp).

Beszámolómból nem hagyhatom ki azon jelentésünket sem, hogy a Csillagászati Szakosztályunk keretein belül működő Csillagászati Szakköri tagok eredményes vizgát tettek a csillagászati tanfolyam befejezéséül. Ezek a tagok névszerint a következők: Szvoboda Erzsébet, Pintér László, Gorniczki Attila, Tóth László és Zakor Ferenc. Ezek a vizsgázott hallgatók a Csillagászati Szakcsoport működő tagjai lesznek.

Dr. Zétényi Endre
szakosztályi elnök

GYŐR

A győri Wilhelm Pieck Járműipari Művek Csillagászati Szakköre 42 foglalkozást tartott 680 fővel. A szakkör egy évre előre meghatározott programmal dolgozik. A fiatalok szép eredménnyel vizsgáztak a kezdő tanfolyamon, ketten a haladón.

Szitter Béla
szakkörvezető

Bemutató távesővünket az Ifjúsági Ház tetőteraszán helyeztük el. A Csillagászati Hét alatt, valamint megfelelő Hold-fázis esetén csillagászati bemutatókat hirdetünk, amihez a Somogyi Néplap „Kultúra és szórakozás” c. rovatát is igénybe vettük. Az őszi Csillagászati Hét keretében reprezentatív nagyelőadásokat helyi körülményeink miatt nem rendezhettünk, de az üzemek, hivatalok, intézmények és falvak előadásigényét igyekeztünk úgy alakítani, hogy az előadások kivitelezésére a Csillagászati Hét időszakában kerüljön sor. A lehetőségek figyelembevételével az előadások után a hordozható távesővel bemutatókat is rendeztünk.

A Csillagászati Hét nagyelőadásait mintegy pótolták a központi előadók: Siófokon, Marcaliban, Kaposvárott a rakéatechnikáról (Sinka József és Ponori Thewrewk Aurél) rendezett előadások.

*Bernáth Erzsébet
szaktitkár*

MISKOLC

A miskolci TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló életében az elmúlt évben szervezeti és tartalmi munka tekintetében nagy átalakuláson mentünk át. Szervezetileg azzal, hogy az új, modern toronyházi Csillagvizsgálónk elkészült, s ünnepélyes átadása 1963 októberében megtartott Csillagászati Hét alkalmával megtörtént, továbbá 1963 május 1-től a Sziputnyikmegfigyelő Állomás is beindította munkáját, és az állomásnak függetlenített vezetője és 2 tiszteletdíjas munkatársa van. Tartalmilag az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló munkája bővült azzal, hogy az ismeretterjesztés mellett tudományos kutatással is foglalkozunk. Ez azért nagy fontosságú, mert a kutatási tevékenységünkkel hozzájárulunk ismeretterjesztő munkánk tartalmi színvonalának emeléséhez.

Kutatómunkánk elsősorban a szovjet és az amerikai mesterséges holdak megfigyeléséből áll. 1963. június közepére Varga Pál technológus munkatársunk az egyik AT-1. típusú szputnyik távesővét átalakította és nóniusszal látta el. Az időjelet rövidhullámú rádióval vesszük, erre működtetjük a csillagászati óránkat, s a kettőről stopperrel vesszük az észleléshez szükséges időt. Méréseink időbeli pontosságát tizedmásodpercekben tudjuk kifejezni. Varga munkatársunk most készített egy kronométert, amely már századmásodpercekben működik. Eddig csak vizuálisan észleltünk, rövidesen rátérünk a fotovizuális észlelésekre. A szovjet és az amerikai mesterséges holdakkal kapcsolatban 218 mérést (pozíció meghatározást) végeztünk az elmúlt év alatt.

Csillagvizsgálónk fejlesztése a lehetőségeknek megfelelően tervszerűen folyik. Ezek közül a következő legfontosabbakat sorolom fel: a tudományos észlelésekhez pontos — Hosser-féle — csillagászati órát, az észlelésnél az írásos ténykedések kikapcsolása, valamint az észlelési munka meggyorsítása végett magnót, a fotolaboratóriumnál továbbfejlesztésére fényképezőgépet, fotokeretet, műhelyünk részére köszűrőgépet, fúrógépet, az ismeretterjesztő előadásaink és bemutataink hangulatosabbá tétele céljából lemezjátszót vásároltunk... stb. A miskolci Nehézipari Egyetemtől — könyvjóváírással — egy műszerész esztergapadot kaptunk. A csillagvizsgáló kiskönyvtára kb. 110 db csillagászati, meteorológiai és műszaki szakkönyvvvel gyarapodott. A folyóirataink is növekedtek.

A TIT ismeretterjesztő tevékenységünk is nagy átalakuláson ment át. 1963. szept.-ig havonta 4 (hetenként egy), míg 1963. szept. 1-től havonta

12 (hetenként 3) este tartunk előadással egybekötött távcsöves bemutatókat, és pedig hétfőn a nagyközönség, üzemek, vállalatok szocialista brigádjai, csoportjai, szerdán az ált. gimnáziumok, szakközépiskolák és pénteken az általános iskolák részére. A nagyközönség részére tematika szerint összeállított előadássorozatot tartunk. Az általános iskolák VII. — VIII. oszt. földrajz és fizika anyagához kapcsolódnak Uránia előadásaink és távcsöves bemutatóink. Témái: A Föld mint égitest, a Hold, a Nap, a bolygók, a csillagok megismertetése, továbbá csillagászati alapfogalmak, az új csillagászat megteremtői, a Nap földi hatásai stb. A középiskoláknak szóló előadásaink az ált. gimnáziumok IV. osztályos fizikai anyagához, illetve ennek csillagászati fejezetéhez kapcsolódnak. Ennek főbb fejezetei: a Föld, a Nap, a bolygók mozgása, csillagászati alaptörvények, Kepler mozgás-, Newton gravitációs törvényeivel, a mesterséges égitestekkel kapcsolatos számítások, a Naprendszer, a Tejútrendszer, a csillagok és a csillagok fejlődése. Feljegyzéseink szerint a beszámolási időszakban kb. 120 előadással egybekötött távcsöves bemutatót tartottunk, amelyeken a résztvevő hallgatóság száma — a látogatási naplónk szerint 1300 fő körül mozgott. Egy előadáson, illetve Uránia távcsöves bemutatóján átlagban 20 fő vett részt. A kupolahelyiségünk méretezése nagyobb létszámú csoportok befogadását nem is teszi lehetővé.

Az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló szervezésének és ténykedésének tulajdonítható be az is, hogy az 1963/64. oktatási évben 24 fővel csillagászati szabadegyetemet indítottunk be. Ezzel célunk egyrészt az volt, hogy előadónk részére magasabb szinten továbbképzési formát biztosítsunk, másrészt az azon résztvevőknek jól megalapozott természettudományos világképet adjunk. Szabadegyetemünk törekvései közé tartozott az is, hogy a filozófia fontosabb problémáit, a kezdet és a vég, az örök fejlődés, az anyag és a mozgás elválaszthatatlanságának, a világ anyag egyiségének problémáit a csillagászat tényeivel meggyőzően világítsunk meg.

A Csillagvizsgálónkban most már rendszeresen három csillagászati szakkör működik, éspedig egy ált. iskolai (a miskolci Kilián északi XXXV. sz. ált. iskola), egy középiskolai (Kilián György ált. gimnázium) és egy felnőtt dolgozói (Diósgyőri VASAS Bartók Béla Művelődési Ház keretében). A szakköri tagok összlétszáma 47 fő. Az iskolai szakkörök kéthetenként felváltva, a felnőtt szakkör tagjai pedig havonta tartják foglalkozásaikat. Ezeken kívül a szakkör tagjai ügyeletes beosztás alapján résztvesznek az észlelési munkában is. A szakköri oktatási tematikánkat az országos továbbképzési anyag képezi, s az az általános műveltség és a világnézeti nevelés szolgálatában áll.

Minden kérdés nélkül elmondhatjuk, hogy a miskolci Uránia Bemutató Csillagvizsgálót az elmúlt három év során sikerült megyei szinten a csillagászati ismeretterjesztés központjává fejlesztenünk. A miskolci Uránia Csillagvizsgáló az ózdi, a tiszapalkonyai, a sátoraljaújhelyi, a tiszaluczi iskolai, illetve üzemi csillagászati szakkörök munkáját is segíti, támogatja.

Dr. Szabó Gyula

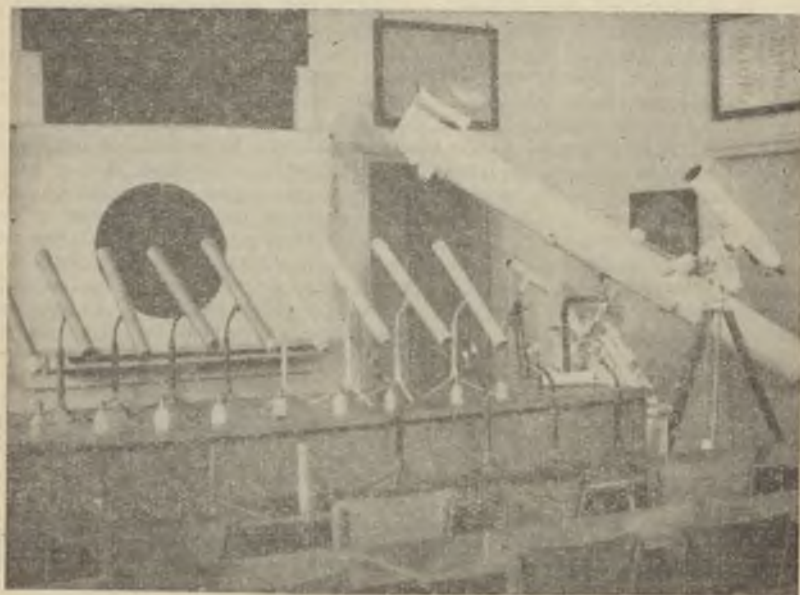
az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló
vezetője

ÓZD

Ózdon mind ez ideig hivatalosan nem működik Uránia. Dr. Szabó Gyula és Apostol Ince, a miskolci Uránia illetve a csillagászati szakosztály vezetőinek lelkes előadása hatására a Béketelepi Általános Iskolában „Kis-csillagász” szakkört alakítottam tanítványaim körében, ahol 13 db kismé-



11. ábra. Az ózdi csillagászati szakkör távcsőépítő foglalkozása



12. ábra. Az ózdi szakkör tagjai által készített Galilei-távcsövek

retű Kepler- és Galilei-féle távcsövet építettünk. Az első Hold- és Jupiter-megfigyelés rendkívül nagy élményt nyújtott tanítványainknak. Ezután a TIT miskolci Szemléltető Eszközök Tárából kölcsönzött 73 mm-es Orgoványi-féle hordozható távcsővel rendszeres bemutatókat rendeztünk a város 7 iskolájában, 3 alkalommal a környék bányásztelepülésein és az ózdi lakosság számára pedig 5 alkalommal a Stadion körüli téren. Ezek után anyagi támogatásért fordultunk az. O. K. Ü. „Liszt Ferenc” Művelődési Otthona vezetőihez, ahonnan ismeretterjesztési munkánk értékeléseként évi 10 000 Ft-os költségvetést kaptunk, melyből az alábbi eszközöket vettük: 1 db Orgoványi-féle hordozható távcsövet (3 db okulárral), 1 db Aspectar dia-vetítőt 150 db diakarettel, 1 db műanyag Hold térképet, 2 db csillagtérképet, 1 db navicardot, valamint több szakkönyvet. 1963 decemberében a miskolci Urániától kaptunk 1 db 200 mm-es refraktort kereső-távcsővel együtt. Jelenleg a Béketelepi Ált. Iskola szertárában van nagy távcsövünk, melyet kijavítottunk. Iskolánk modern, 24 tantermes iskola, melynek másik 12 tantermes szárnyát most építik. Az új szárny tetejére szeretnénk elhelyezni a kupolát, melynek tervrajzait a Szolnoki Cukorgyár TIT Uránia Csillagvizsgáló vezetőjétől kaptuk. A különféle szakkönyvekből 200 db reprodukciót készítünk, mely tablóra téve állandó kiállítást szolgál. A szak-köri tagok lelkes munkája eredményeként minden remény megvan arra, hogy a következő Évkönyvben beszámolónk már tartalmasabb legyen.

Ez úton mondok köszönetet mindazoknak, akik közvetlenül vagy közvetve segítettek az ózdi csillagász szakkör eddig elért munkájában.

Elek Imre
szakkörvezető

PÉCS

Baranya megyében és Pécs városban az eltelt egy év alatt tovább folytattuk előadásainkat csillagászati és elég nagy számban űrhajózási témákból üzemekben, intézményekben. Sok előadásunk be volt illesztve egy-egy szabadakadémiai — vagy egyéb ismeretterjesztő sorozatba. Csaknem minden előadáson szemléltetést is alkalmaztunk, amelyiknél ez megoldható volt, távcsöves bemutatót.

Igen nagy sikerű volt a szabadléri távcsöves bemutatóssorozatunk is, melynek során a pécsi Széchenyi téren bemutattuk a Hold felszíni alakzatait, a Jupiter holdjait, és a Szaturnusz gyűrűjét. Bár az időjárás nem kedvezett úgy, mint a megelőző évben, egy év alatt belépődíjas bemutatóinknak 7000 látogatója volt, melyhez hozzáadandó még a Csillagászati Hét bemutatói látogatóinak 500 fős létszáma.

Sok új hívet szereztünk így a csillagászat tudományát kedvelők táborának. A látogatók nagy része először néz távcsőbe, és a látottak érdekessége mindenkit meglep. Sok emberrel hosszasan elbeszélgetünk a távcső mellett.

A Csillagudánk szervezésében működő csillagászati szakkör tagjai két hetenként a hétfői esteken rendszeresen összejönnek a Pécs Városi Művelődési Házban. A foglalkozásokon a levelező oktatásba bekapcsolódott tagjaink is tartanak kiselőadásokat. Néhányan készítettek már távcsövet is, egy tagtársunk pedig földgömbös világórát szerkesztett. Egyik januári összejövetelünkön dr. Kulín György is megjelent, és a távcsövekről tartott előadást, és adott hasznos útmutatásokat azok készítéséhez.

Néhány alkalommal társszakosztályaink előadói is tartottak előadást a szakkör számára olyan hutértéimákról, mint például a nehézségi erő, a relativitás elmélete, a Föld belső szerkezete.



13. ábra. Előkészület a távcsöves bemutatáshoz a pécsi Széchenyi téren

Ismeretterjesztő munkánkhoz az is hozzátartozik, hogy a helyi rádióknak és újságnak többször adtunk nyilatkozatot, illetve ismeretterjesztő cikket az aktuális csillagászati és űrkutatási eseményekről, eredményekről.

Dr. Tóth László
szakosztály titkár

SZEGED

Mint azt a múlt évi beszámolóban említettük, 200 mm-es reflektorunk rossz állapotban volt, s így javításra szorult, melyet a budapesti Urániában végeztek el. A rendbehozott távcsövet 1963 szeptemberében szereltük fel, s októberben kezdtük meg a bemutatók tartását.

Szegeden és a megyében 122 előadást tartottunk, 4421 hallgató előtt, ami a tavalyi helyzethez képest jelentős fejlődést jelent. Ehhez nagy mértékben hozzájárult a kedvező októberi-novemberi időjárás is. Megállapítható, hogy a távcsöves bemutatásoknak változatlanul nagy a vonzóereje. Külön ki kell emelni a Szegedi Uránia jelentőségét, ami felmérhető abban is, hogy a tavalyi 305 látogatóval szemben az idén már 1448-nak tartottunk bemutatóval egybekötött előadást.

A tavaly megalakult szakkörünk az idén is rendszeresen működött s a tagok közül 8-an jelentkeztek az előadói és távcsőkezelői vizsgára. Felvettük a kapcsolatot a Radnóti Gimnáziumban működő szakkörrel is.

Kaptunk három 73 mm-es refraktort, melyekből kettőt vidékre adunk ki. Sikerült szerezni egy rádiót és egy objektív nélküli fényképezőgépet. Rendszeresen megkapjuk a „Sky and Telescope”-t és „Die Sterne”-t, továbbá a Tudományegyetem Központi Könyvtára és a Kísérleti Fizikai Intézet révén több értékes csillagterképhez és szakkönyvhöz is hozzájuthatunk.

Terveink szerint lassan sikerül megteremtenünk annak a tárgyi feltételeit is, hogy valamilyen megfigyelési programba bekapcsolódjunk. Gondolunk itt napfolt-, esetleg változó csillag megfigyelésekre.

Végül köszönetet kell mondanunk Dr. Budó Ágoston akadémikusnak, a Kísérleti Fizikai Intézet igazgatójának a rendelkezésünkre bocsátott helyiségért és azokért a munkánkat segítő könyvekért, melyeket intézete részünkre átadott.

Márky-Zay Lajos
a szegedi Uránia vezetője

SZÉKESFEHÉRVÁR

Bemutató csillagvizsgálónk 1961 decemberében kezdte meg tevékenységét. A kezdeti első évek munkáját az elmúlt évben már komoly eredmények követték.

Távesövünk a József Attila Gimnázium épületének lapos tetőzetén van elhelyezve. Az elmúlt évek tapasztalata azonban azt mutatja, hogy elhelyezése nem a legkedvezőbb, ezért hordozható távesövünket is munkába állítottuk. 1963 júniusa óta — egész nyáron át — minden derült estén folytak a bemutatók: Hold, Jupiter, Szaturnusz, kettős csillagok, csillaghalmazok, ködök, igen nagy érdeklődés mellett. Már az első estén 250—300 ember tekintett a távesőbe és vitte magával az első élményt. A következő hetekben már 4—500 látogató kereste fel bemutató távesövünket. Tekintettel arra, hogy a bemutató helyül a város egyik legforgalmasabb pontját, — a központi autobus állomás közelében, a bemutatókon nemcsak helybeliek, hanem igen sok vidéki is részt vett. Az év végéig 47 szabadtéri bemutatót tartottunk.

Néhány alkalommal — tapasztalatszerzés céljából — megcímzett levelezőlapokat osztottunk szét a hallgatók, illetve nézők között, amelyeken megírták véleményüket, javaslataikat.

Szabadtéri bemutatóink népszerűsítésében a helyi sajtó is segített. Több alkalommal riportban és képekben számolt be a távesőves bemutatókról.

A Csillagászati Hétnek minél szélesebb körben történő népszerűsítése céljából plakátokat és több ezer példányban röplapokat nyomtattunk.

A jól sikerült Csillagászati Hétet minden hét péntekjén megrendezett Uránia-estek követték, amely sorozat ez év februárjában a Köztársaság Filmszínházban megtartott Galilei-emlékünneppel ért véget.

1964 március közepétől újabb program megvalósításán



14. ábra. A székesfehérvári csillagászati szakkör egyik csoportja

fáradozunk: „Ismerkedés a csillagos égbolttal” címmel egy-egy üzem munkásakadémia hallgatóságát, illetve iskola ifjúságát hívjuk meg hetenként egy-egy estére. A kezdet biztató, reméljük, ez a kísérletünk is eredménnyel jár. Április elején ismételten megkezdttük a szabadtéri bemutatókat, ezúttal a város főterén, igen nagy érdeklődés mellett. Bemutatósi téma: A Vénusz.

Uránia csillagvizsgálónk munkája megindulása óta sokat fejlődött. Hiba volna azonban, ha az elért eredményekkel eltelve további fejlődésre nem gondolnánk. Az egyre szélesedő munkának azonban határt szab szakosztályi tagságunk kevés száma. Újabb erők bekapcsolódásának reményében szerveztük meg 1963 év végén, az „Ifjú Csillagászok Baráti Kör”-t, ezúttal csak az érdeklődő ált. iskolai tanulók számára, azoknak a tanulóknak bevonásával, akikben a szabadtéri bemutatók során sikerült felkelteni a csillagászat iránti érdeklődést. 16 tagja van a „Baráti Kör”-nek és reménykeltő, hogy eddig még egy tagja sem morzsolódott le. A kör vezetője e sorok írója.

A Galilei-évfordulóra valamennyien elkészítették egy 47-szeres nagyítású csillagászati távcsövet. Jelenleg achromatikus lencsékől összeállított távcsövön dolgoznak. A Baráti Kör munkáját a helyi sajtó is propagálta.

Az új munkaévben szeretnénk a Baráti Kört bővíteni, részben üzemi fiatalokkal, részben középiskolai tanulókkal. Így remélhetjük, hogy néhány éven belül megnövekedik az amatőr csillagászok köre és számolhatunk néhány fiatalnak az Uránia munkájába való bekapcsolódásával.

A Csillagászati Evkönyv legutóbbi kötetében kapott tájékoztatás szakosztályunkat is arra ösztönözte, hogy újabb és újabb lehetőségek megteremtésével fokozza munkáját. Az első lépések megtörténtek már, hogy a székesfehérvári üzemek közreműködésével Urániánk számára 30 cm-es reflektort építsünk. Az elhelyezése egyelőre még gondot jelent, reméljük azonban, hogy az illetékes szervek segítenek sokat ígérő terveink megvalósításában.

Hajmási József
szakosztályi titkár

SZOLNOK

Mindössze másfél éve nyílt meg bemutató csillagvizsgálónk. Néhány ezer látogató felkereste már ezen idő alatt és üzemek, vállalatok, iskolák részéről is nő már az érdeklődés.

A 30 cm-es tükrös főműszeren kívül másfél év alatt egy 7 cm-es refraktórral és egy 15 cm-es Cassegrain-rendszerű reflektorral bővült műszer állományunk. Szakosztályunk több tagjának is van már saját távcsöve. Ezek 10—15 cm-es Newton vagy Cassograin szerelésű reflektorok. A tagság birtokában négy távcső van. Az elmúlt évben a Csillagászati Hét alkalmával kisebb kiállítást is rendeztünk a távcsövekből és a időközben beszerzett egyéb szemléltető eszközökből. Igen sok csillag- és holdtérképet szereztünk be, valamint egy Naprendszer szemléltető eszközt és több időmérőt. Szakirodalom terén is gyarapodtunk. A Csillagos Ég, Die Sterne és Sky and Telescope folyóiratokon kívül a szakosztály néhány tagjának áldozatkészsége lehetővé tette a Sterne und Weltraum folyóirat előfizetését és igen sok könyv beszerzését bel- és külföldi szakirodalomból. A magánkézen levő szakirodalmi kiadványokkal együtt melyeket a szakosztály és az Uránia tagjainak a tulajdonosok mindenkor szívesen rendelkezésére bocsátanak — közel 300 kötetnyi könyvtár áll rendelkezésre. Kiseb kiadványokat, főleg a szakörök részére maguk a szakosztályi és Uránia tagok szerkesztenek. Így pl. minden hónapra jellemző csillagképekből kis kézi térkép készül grafikusan

és mellette sötétké papíron ugyanarról világító (thoriumos) festékekkel felrakva. Sötétben igen szemléletesen tükrözi vissza a világító kis térkép az égboltozat azon részét. A kézi térképhez szöveges magyarázatot készítettünk a csillagképekről, illetve a jellegzetesebb csillagokról.

Három, hetenként összejövő szakkörünk van jelenleg. Egy-egy felnőttből állót két üzemben szerveztünk meg. Létszámuk 9—9 fő. Beindult egy előadóképző tanfolyam is 7 fővel.

Galilei-centenárium alkalmával az ifjúsági szakkör 7 tagjának mindegyike elkészített, nem kis ügyességgel, a kereskedelemben használatos méteráru csévékből, szemüveglencséből, hulladék vaslemezből, és seprűnyélből, egy-egy azimutális szerkezetű Galilei-féle kis távcsövet. Esténként körülültelik a Csillagda parkjában a terepet, szemlélgetik a csillagos eget, közben eszmecserét folytatnak a felnőtt és közöttük mozgó szakosztályi tagokkal.

Külföldi kapcsolataink révén felkértek két nemzetközi programba bekapcsolódásra. Urániánk felhívást intézett ez ügyben a csillagos ég 1963. évi 4. számában hazánk többi Urániája felé a jupiterholdak fogyatkozásainak megfigyelésére. Igen öröndetes volt, hogy több Uránia és szakkör, többek között Miskolc, Győr, Nyíregyháza, Székesfehérvár, Dunaújváros és Ózd jelentkezett.

Második, a csillagfödések észlelésével kapcsolatos nemzetköz programkhoz is folyamatosan vannak a jelentkezések. Az Országos Választmány hozzájárulásával Urániánk gyűjti be és értékeli ki a megfigyelési adatokat és továbbítja Budapesten keresztül a nemzetközi hálózatba.

A szakosztály és az Urániánk műszaki gárdája most fejezte be egy fénypétezőtávcső építését, melyet a főműszerünkre szerelve fogunk használni.

A távcső tükrös, 16 cm-es és mindössze 60 cm gyűjtőtávolságú. Így fényereje igen nagy. Kétszeres nyújtás mellett is — Cassegrain szerelésben — fényereje 1 : 7,5. Másik szerelése Newton rendszerű 1 : 3,75 fényerővel, igen alkalmas üstökös-keresőnek és ködök, valamint extragalaxisok felkeresésére.

Műszaki csoportunk a Nap megfigyelésére napkivetítőkészülék szerkesztésével foglalkozik, mellyel a napképet a nemzetközi szabványnak megfelelően közvetlenül fénymásolópapírra vetítjük majd ki és a szokásos fürdőben rögzítjük. Ezzel egyidőben fénypétező távcsövünkkel is készítettünk felvételt és a fénymásolati példány kiértékelését ozzel egészítjük ki.



15. ábra. A székesfehérvári szakkör által készített Galilei távcsövek

Tervbe vettük még több, kisebb segédműszer beszerzését, illetve házi elkészítését. (Pontos időjelzés mechanikai rögzítése, URH rádióvevő készülék szerkesztése stb.)

Reméljük, hogy célkitűzéseinket mindenben maradéktalanul megvalósíthatjuk, amire minden biztató lehetőségünk megvan, hála szakosztályi és Uránia gárdánk lelkes hozzáállásának.

Tokody Lajos
szakosztályi elnök
az Uránia vezetője

ZALAEGERSZEG

Az 1962 óta működő 30 cm átmérőjű távcsövünk szabadban (iskola udvarán) történt elhelyezést, s így csak a nyári hónapokban állhat az érdeklődők rendelkezésére. Sajnos, az érdeklődés csak a tavaszi hónapokban (a tanév vége felé) és (ősszel) a Csillagászati Héten volt kielégítő. Jelentős esemény, hogy 1964 elején megalakult a csillagászati szakkör, a Megyei Tanács VB. Művelődésügyi Osztálya anyagi és erkölcsi támogatásával. A szakkör a Szakszervezetek zalaegerszegi Művelődési Házában kapott helyett. A szakkör tagjainak száma 15 fő, a csillagászat iránt érdeklődő középiskolai tanulók. Éves munkaterv alapján dolgoznak, télen és rossz időben a Székházban, elméleti órák a nyári időszakban a távcsőnél gyakorlati foglalkozásokon. A tagok szorgalmasan, lelkesen vesznek részt a szakköri foglalkozásokon. A csillagászati héten minden este a távcsőnél vetített-képes feladásokat és utána bemutatásokat tartottunk.

A Megyei Tanács Művelődésügyi Osztálya ígéretet tett, hogy az általános iskolák VII—VIII. osztályai számára csillagászati tananyaguk ki-



16. ábra. A szolnoki ifjúsági szakkör néhány tagja a csillagda előtt Galilei távcsövek készítése közben

egészítéseképpen kötelező tanulmányi kirándulást ír elő a bemutató csillagvizsgálónál.

A Zalaegerszegi Csillagvizsgálót még nem sikerült valóban „Urániává”, vagyis az ismeretterjesztés központjává fejleszteni. Az érdeklődés azonban megvan, amit az is bizonyít, hogy hordozható távesővünkkel a falvakban nagy sikert értünk el.

Zöldág Imre
a csillagászati szakosztály
elnöke

DETRE LÁSZLÓ:

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Az 1963-ban felfedezett *csillagszerű rádióforrások* fizikai természetéről igen sok értekezés jelent meg és Dallasban 1963 decemberében a témáról külön symposiumot is tartottak¹. Kétségtelen, hogy ezen különleges égitestek felfedezése a jelen század egyik legfontosabb csillagászati eredménye. A csillagszerű rádióforrásokban látjuk valószínűleg a galaxismagokban lejátszódó heves kitörések kezdeti szakaszát, amikor az optikai fényesség a legnagyobb és a rádiósugárzás kis területre korlátozódik. Idővel az optikai sugárzás csökken és a rádióforrás kiterjed. Úgy látszik, a csillagszerű rádióforrásokban, a Seyfert-galaxisokban és kiterjedtebb rádiógalaxisokban ugyanolyan fizikai jelenséget figyelhetünk meg a fejlődés különböző fázisaiban.

Mind több megfigyelés mutat arra, hogy a galaxismagokból időnként nagy sebességgel nagy tömegű gázfelhők dobódnak ki. Különösen jól lehet megfigyelni a magból eredő gáztömegek mozgását az M82 galaxisban (: A. R. Sandage, C. R. Lynds: Ap. J. 137. 1005:). A kidobott gáztömegekből alakulnak ki a spirális ágak, továbbá a magot gömbalakban körülvevő ún. halo. A keletkezési módból következik, hogy mind a spirális ágak, mind a halo átmeneti jelenségek a galaxisok fejlődésében.

A galaxismagokban lejátszódó nagyenergiájú folyamatok új fényt vetnek a kozmikus sugarak keletkezésére, az elemek szintézisére, az interstelláris gázfelhők energiájára, a gömbhalmazok keletkezésére. Nyilván nem véletlen, hogy a Virgo-halmaz elliptikus galaxisai közül éppen az erős rádiósugárzást kibocsátó és nagy aktivitású maggal rendelkező M87 galaxist tízszer annyi gömbhalmaz veszi körül, mint akármelyik másikat.

M. Walker a Lick-csillagda 3 méteres tükörteleszkópjára szerelt Lallemand-féle elektronikus kamarával 17 galaxis magját vizsgálta meg. A magok általános tulajdonsága a gyors forgás. Az NGC 1068 Seyfert-féle galaxisban négy, különböző sebességgel mozgó gázködöt

¹ Lásd Marx György cikkét az Évkönyv 142. oldalán.

talált. Érdekes sajátága ennek a galaxisnak még, hogy színképében a [Fe V] 4227 Å hullámhosszú emissziós vonal található. A Walker-féle megfigyelésekből nyilvánvaló, hogy a galaxismagok rendkívül sok csillagból állnak, amelyek nagy sebességű és hőmérsékletű diffúz gázködökbe vannak beágyazva. A csillagok térbeli sűrűsége a magban 6—8 nagyságrenddel nagyobb, mint a Nap környezetében és így csillagütközések nagy szerepet játszhatnak a galaxismagok fejlődésében (ld. *L. Woltjer, Nature 201. 803*).

A megfigyelő csillagászat igen érdekes új fejezetét nyitották meg a rakétákkal felküldött röntgensugárzás-detektorok. Rakétakisérletek alapján kb. tíz éve tudjuk, hogy a Nap koronájából, különösen flérek idején, erős röntgensugárzás érkezik és így feltehető volt, hogy más csillagok koronájából is lehet kimutatni majd ilyen sugárzást, legalább is a 10 Ångströmnél rövidebb hullámhosszúakat, amelyeket nem nyelik el az intersztelláris gázfelhők. Már 1962-ben egy Aerobee-rakéta felszállás alkalmával *H. Gurski, R. Giacconi, F. R. Paolini és B. B. Rossi*, az American Science and Engineering Corporation, valamint a Massachusetts Institute of Technology munkatársai a 2—8 Å hullámsávban észrevehető sugárzást mutattak ki a Tejútrendszer centrumának vidékéről (*Phys. Rev. Letters 9, 439*). Ezt az eredményt az U. S. Naval Research Laboratory kutatócsoportja is megerősítette. 1963 április 29-én az eddiginél sokkal érzékenyebb detektorokkal felszerelt Aerobee rakétát küldtek fel, és a detektorok átkutatták az egész eget azon négy perc alatt, amíg a rakéta 120 km-nél magasabban volt a földfelszín felett. Csak két, élesen határolt röntgenforrást lehetett kimutatni, egy igen erőset a Skorpió csillagképben (ez megfelel a régebben is észlelt röntgenforrásnak) és egy gyöngébbet a Crab köd irányában (*S. Bowyer, E. T. Byram, T. A. Chubb, H. Friedman: Nature 201. 1307*).

Az erősebb forrás pozíciója $RA = 16^h 15^m$, $D = 15^\circ$. A mérések pontszerű forrásra utalnak, de a detektorok feloldóképessége egyelőre csak annyi biztosat enged megállapítani, hogy a forrás nem kiterjedtebb 2° -nál. A Crab-köd irányából kb. nyolcszor gyengébb röntgensugárzás érkezik, de ez is túl nagy ahhoz, hogy a köd szinkrotron sugárzásával volna magyarázható.

Minthogy a Crab-köd egy 1054-ben fellángolt szupernova által kidobott gáztömeg, viszont a gáztömeg sugárzása nem lehet olyan erős az 1,5—8 Å sávban, mint amekkorát a mérések mutatnak, igen valószínűnek látszik az a feltevés, hogy a röntgensugárzás a szupernova robbanás maradványából, egy neutron-csillagból származik. Baade és Zwicky már 1934-ben rámutattak arra, hogy tisztán neutronokból álló csillagok lehetségesek. Elméletileg ki lehet számítani az ilyen csillagok tulajdonságait. Ilyen csillag keletkezhet a szupernova jelenséget megelőző gravitációs összeomlás folyamán. Ennek sugara, ha tömege akkora

is, mint a Napé, csupán 10 km körüli, így sűrűsége 10^{15} g/cm³-rendű és centrumában a hőmérséklet több milliárd fok. Sugárzása igen erős a röntgen-tartományban, ugyanakkor optikailag annyira gyenge, hogy csak akkor lenne megfigyelhető, ha még az Alfa Centauri-nál is közelebb lenne.

A Crab-ködből származó röntgen-forrás analógiájára feltehetjük, hogy a Skorpióban talált erős röntgenforrás is szupernova-maradvány. Kínai feljegyzések a forrás környékéről több csillagfellángolásról adnak hírt, így i. e. 134-ből és i. u. 436- és 1584-ből. Ezek persze lehetnek közönséges nóvák is. De csak szupernova lehetett az i. u. 827-ben Haby és Giafar Ben Mohamed Albumazar arab csillagászok által megfigyelt jelenség. Ők a Skorpióban megjelent olyan csillagról adnak hírt, amely olyan fényes volt, mint a fél holdkorong.

A két kiugró röntgenforrás mellett gyenge diffúz röntgensugárzás jön az egész égről. Ebből érdekes kozmológiai következtetést is lehet vonni: ez a sugárzás kb. százszor kisebb, mint amennyi a Hoyle-Gold-féle állandó állapotú univerzum elméletéből következik.

Az 1960-as Évkönyvben (104. o.) beszámoltunk arról, hogy a Naval Research Laboratory rakéta-csillagászai ultrabolya fényben több forró csillag körül, de különösen a Spica körül, igen kiterjedt ködöket figyeltek meg. Ezeknek a megfigyeléseknek elméleti interpretálása nagy nehézségekbe ütközött. Újabban megismételték ezeket a kísérleteket, sokkal érzékenyebb berendezéssel és most nem találtak semmi-féle olyan ködöt, amely nem lenne látható az optikai tartományban is. A Spica körül sincs semmi ködnek nyoma. Még nem sikerült kideríteni, mi okozta az 1957-es kísérletek hibás eredményeit.

Folytatták a flér-csillagoknak szimultán optikai és rádiócsillagászati megfigyelését. Az YZ CMi, EV Lac, UV Cet flér-csillagok után 1962 november 30-án a V 371 Ori, az ún. Wachmann-féle flér-csillagnál is sikerült kimutatni intenzív rádiókitörést egy optikai flér alkalmával. Az optikai flért fotografikusan Baker-Nunn-kamarával regisztrálták, de vizuálisan két ausztráliai amatőr-csillagász is megfigyelte, míg a rádiómegfigyeléseket egyrészt a Parkes-obszervatórium (Ausztrália), 60 m-es rádióteleszkópjával végezték az 1410 és 410 megahertz hullámhosszakon, másrészt a Sydney-i Mills-keresztrel 19,7 megahertzen. A rádiókitörés 15 percig, az optikai flér közel egy óráig tartott. A csillag távolságát Van de Kamp 1962-ben meghatározta (A. J. 67, 551) és így a megfigyelésekből kiszámíthatjuk a kitörés alkalmával kisugárzott energiákat. A rádiósugárzás a mért frekvenciatartományban a frekvencia—2,5-ik hatványával arányos és ebből a kitörés alkalmával kisugárzott rádiósugárzás összes energiája (a 10—10 000 megahertz-sávban) 10²⁴ joule-nak adódik. Az optikai sugárzási energia 1000 Å-re 10²⁶ joule volt. A Napon eddig megfigyelt legerősebb flérek a rádiótartományban

ennél milliószor, az optikai tartományban ezerszer kisebb energia-leadással jártak. A flér-csillagok kitöréseinek energiája tehát olyan nagy, hogy már számításba veendő a csillagok energia-háztartásában. A rádiósugárzásnak frekvencia-függése arra utal, hogy a flérek sugárzása nagy részben szinkrotron-sugárzás (Nature No. 4897).

Az amerikai Green Bank rádióállomás új 100 méteres rádióteleszkópjával igen sok érdekes eredményt sikerült elérni. Átvizsgálták vele a Shapley-Ames katalógusban felsorolt galaxisok rádiósugárzását. A spirálisokra annál erősebb rádiófluxust kaptak, minél több bennük az intersztelláris anyag. Egyetlen Sa-típusú galaxisról sem kaptak rádiófluxust, a legtöbb rádió-galaxis az Sb, Sc és Ir típusokhoz tartozik. Tauri csillagokról, régi novákról, gömbhalmazokból nem tudtak mérhető rádiósugárzást kimutatni a 750 és 1400 megahertz hullámhosszokon, sőt a Nova Herculis 1963 új novájáról sem. Érdekes eredményük még, hogy az Andromeda-ködön belül sem a magban, sem az 1885-ben fellángolt S And szupernova helyén nem mutatkozik pontszerű rádióforrás.

Sklovskijszovjet csillagász már tíz évvel ezelőtt felhívta a rádiócsillagászok figyelmét, hogy az intersztelláris térben levő OH molekula 18 cm hullámhosszú vonalait ki lehetne mutatni abszorpcióban erősebb rádióforrások színekében. Több sikertelen próbálkozás után most angol, amerikai és ausztráliai rádiócsillagászok egymástól függetlenül majdnem egyidőben mutatták ki az OH 1667 és 1665 megahertz hullámhosszú vonalait a CasA és a SagA rádióforrásokban (Nature 200, 829). A vonalak erősségéből az OH előfordulási gyakorisága az intersztelláris térben tízmilliószor kisebbnek adódik, mint a hidrogéné.

A Tucson-i Lunar and Planetary Laboratory kutatói a csillagok infravörös színeképek rendszeres megfigyelésébe kezdtek. A K és M-típusú óriáscsillagok színeképekben igen sok új sávot találtak; a legérdekesebb eredmény, hogy a Mira Ceti spektrumában vízgőz sávokat fedeztek fel. Érdemes megemlíteni, hogy a Khi Cygni Mira-típusú változó minimumában, amikor vizuális fényrendje 13^m volt, 13 000 Å hullámhosszban olyan fényes mint a Véga, 22 000 Å-nál pedig már hatszor fényesebb a Végánál.

Az utóbbi évtizedben több megfigyelés mutatott arra, hogy a Hold nem olyan változatlan, mint eddig hitték. Ezeknek a megfigyeléseknek azonban nem igen akartak hitelt adni, mert nehezen kontrollálható egyedi megfigyelésekről volt szó. 1963 október 29-én A. Greenacre és E. Barr a Lowell-obszervatórium 60 cm-es refraktorán 20 percen át egyszerre három vörös foltot látott a Holdon, egyiket az Aristarchos kráter poremén, kettőt a Schröter-völgyben. November 27-én az Aristarchos szélén újra láttak egy 2 km széles foltot és ekkor felhívták a Perkins-obszervatóriumot, ahol 170 cm-es reflektoron P. A. Boyer igazolta a megfigyelést. A jelenség 75 percig tartott. Ennél sokkal

nagyobb területre kiterjedő vörös foltokat sikerült fényképeznie *Z. Kopal* és *T. W. Rackham* angol csillagászoknak a Pic-du-Midi obszervatórium 60 cm-es reflektorával. 1963 november 1-én két ízben is a vörös színtartományban készült felvételeken mintegy 60 000 km²-re kiterjedő kifényesedés látható a Kepler-krátertől északra. Az első kifényesedés 22^h 35^m—22^h 45^m közt készült két felvételen látszik, majd miután a 23^h 00^m—23^h 08^m közötti két felvételen a jelenség nem látható, az újra megjelent a 0^h 20^m—0^h 35^m között felvett lemezeken. Ugyanakkor a jelenség zöld fényben nem volt kimutatható. Minthogy előző napon két kisebb flér volt a Napon megfigyelhető, a nagy vörös foltok lumineszcenciával magyarázhatók, amelyet a flérből érkező korpuszkuális sugárzás keltett (*Icarus* 2, 481).

Ezeket a megfigyeléseket tulajdonképpen azért végezték, mert *C. J. Derham* és *J. E. Geake* laboratóriumban kimutatták (*Nature* 201, 62), hogy kőmeteoritek protonnal való bombázás hatására lumineszkálnak a vörösben. *Kopal* és *Backham* eredményei tehát azt is bizonyítanak, hogy a Kepler-krátert kőmeteorit ütötte, vagy legalábbis azt, hogy a holdfelület összetétele a Kepler-kráter környékén olyan mint a kőmeteoriteké.

Van de Kamp a Sproul-csillagda 60 cm-es refraktorával 25 éven át készült 2413 felvétel alapján kimutatta, hogy a legnagyobb sajátmozgású csillagnak, az ún. Barnard-csillagnak van egy láthatatlan komponense. A felvételek tulajdonképpen a sajátmozgás szekuláris változásának kimutatására készültek. Minthogy a csillag közeledik, az évi 10'',3-nyi sajátmozgás nő, éspedig évszázadonként 0'',12-cel. A sajátmozgásra szuperponálva 24 éves periódusú, 0'',0490 amplitúdójú hullámot sikerült kimutatni. A Barnard-csillag tömegére más dM5 típusú vizuális kettőscsillagból adódó eredmények alapján 0,15 naptömeget vehetünk, a láthatatlan kísérő tömegére így 0,0015 naptömeget kapunk, ami másfélszeres Jupiter-tömegnek felel meg. Ez eddig az ismert legkisebb tömegű égitest a Naprendszeren kívül.

Az utóbbi években igen megélénkült a szupernóvák kutatása. A *Zwicky* által megszervezett szupernóva keresési együttműködés három év alatt a felfedezett szupernóvák számát a duplájára emelte és jelenleg közel tartunk a 150-hez. A legtöbb szupernóvát a Palomar-hegyi Schmidt-teleszkóppal fedezik fel, de ezek legtöbbje a 17 fényrend alatt van és színképük nem figyelhető meg. Szovjet kezdeményezésre néhány obszervatórium, köztük az új mátrai csillagda is, a közeli galaxis-halmazok kutatását tűzte ki célul, amelyekben a szupernóvák maximális fényességükben gyakran emelkednek a 13 fényrend fölé is. A mátrai csillagda 1963. decemberben kapcsolódott a programba és már 1964. március 12-én *Lovas Miklós*nak sikerült felfedezni az Ursa Maior galaxis-halmazban egy 13. rendű I. típusú szupernóvát.

Eddig azt hitték, hogy az I. típusú szupernóvak a II. csillagpopulációhoz, a II. típusúak pedig az I. populációhoz tartoznak. *H. M. Johnson* és *J. M. MacLeod* most részletesen vizsgálták az eddig felfedezett szupernóvak térbeli eloszlását és arra a konklúzióra jutottak, hogy mindkét fajta szupernóva a spirális galaxisokban az I. populációhoz tartozik, mert mindegyikük a galaxisok ekvatoriális síkjának közelében volt található és legtöbbjük spirális karokban (PASP 75, 123).

Az újabb szupernóva-felfedezések alapján kiderült, hogy legalább öt különböző típust kell megkülönböztetni. Az I. típus lényegesen különbözik a többitől. Úgy látszik, hogy a II.-V. típusok fokozatos átmenetet képeznek a közönséges nóvakhoz.

Rádiócsillagászati úton mindtöbb olyan rádióforrást fedeznek fel a Tejútrendszerben, amelyek nagy valószínűséggel szupernóva-kitörésből származó gázködöknek felelnek meg. Ezen felfedezések alapján úgy látszik, hogy a szupernóva-gyakoriság a Tejútrendszerben sokkal nagyobb, mint eddig gondolták. *Davies* becslése szerint a Tejútrendszerben átlagban 10 évenként lobban fel egy-egy szupernóva (Obs. 83. 154). Legújabban sikerült kimutatni egy szupernóva-maradványt a Nagy Magellan-felhőben (Nature No. 4894 p. 681).

Gömbhalmazban eddig csak egy nóvát fedeztek fel, 1860-ban, M80-ban a T Sco-t. Most a David Dunlap csillagda 1938-ban készült felvételein az M14 gömbhalmazban találtak egy nóvát, amely maximumában 10. fényrendű lehetett.

Megjelent 1963-ban az Astronomische Gesellschaft negyedik fundamentális katalógusa (FK 4) *W. Fricke* és *A. Kopff* munkájának eredményeként, a heidelbergi Recheninstitut kiadásában. A katalógus 1535 csillag igen pontos pozícióját és sajátmozgását tartalmazza. Az FK 1 1879-ben, az FK 2 1907-ben, az FK 3 pedig 1937-ben jelent meg.

A NYUGODT NAP NEMZETKÖZI ÉVEI

A nemzetközi geofizikai együttműködés egy jelentős eseménye volt 1957—58-ban a Nemzetközi Geofizikai Év (IGY = International Geophysical Year). Ekkor közel 70 ország végzett központilag irányított, igen kiterjedt geofizikai tudományos kutatásokat, 30 000 tudós, mérnök és technikus részvételével és évi 500 millió Font költséggel. E programban fontos szerepet játszottak a csillagászati kutatások is. Különösen a Nap megfigyelése, a Nap földi hatásainak a vizsgálata és egy része a mesterséges égitestekkel végzett kutatásoknak volt az IGY csillagászati területe. (1. Béll Béla: A Nemzetközi Geofizikai Év és együttműködés című cikkét az 1962-es Csillagászati Évkönyvben) Az IGY a harmadik volt az ilyen internacionális együttműködések közt, mivel már 1882—83-ban és 1932—33-ban is rendeztek ehhez hasonló, de kisebb méretű geofizikai kooperációs tudományos kutatásokat Poláris Év elnevezéssel. Az IGY valójában ezek folytatása volt sokkal kiterjedtebb programmal és az 50 év időköz 45 évre való csökkentésével. Az utóbbi ezért vált szükségessé mert 1962-ben már gyenge naptevékenység volt várható és már a második Poláris Év időszaka is a minimum éveire esett. Ezért hozták az IGY-t öt évvel előre, hogy az igen kiterjedt megfigyelések, amelyek márlényegesen nagyobb és fejlettebb technikaiapparátussal történtek — gondoljunk csak arra hogy a geofizikában olyan fontos rádiótechnika 1930 óta mennyit fejlődött — a naptevékenység maximumára essenek. Ekkor ugyanis erős és gyakori háborgások voltak várhatók a Napon és ezzel kapcsolatban a Föld légkörében is. Ebből a szempontból is az 1957—58-as IGY igen kedvező időszakra esett, mivel ekkor a Nap aktivitása igen erős volt, jelentősen magasabb mint az előbbi maximumok esetében amióta erről följegyzésekkel rendelkezünk.

Már az IGY szervezése időszakában tervbe vették a program és az észlelőhálózat fontosabb pontjainak a további fenntartását. Az IGY befejezésével azonban méginkább mutatkozott ennek szükségessége. Egyrészt sok probléma vizsgálatához hosszabb észlelési sorozatok voltak kívánatosak, másrészt szükségesnek mutatkozott a megfigyelések megismétlése a minimális naptevékenység időszakában is. Ezért a naptevékenység következő minimumának az időszakára egy újabb széles programú az egész észlelőhálózatra kiterjedő nemzetközi tudományos együttműködést szerveztek, a Nyugodt Nap Nemzetközi Évei (IQSY = International Quiet Sun Years) elnevezéssel. A nemzetközi Poláris Év 1882—83-ban és 1932—33-ban 12 hónapig tartott, az IGY időszaka 18 hónap volt, az IQSY pedig 1964 január 1-től 1965 decemberig 31-ig, azaz teljes két évig tart. A Nap és a Föld légköri és geomágneses jelenségei sok esetben szoros kapcsolatot mutatnak; míg azonban erős nap-

tevékenység esetén a Nap háborgásait a földi jelenségek elég gyorsan követik, a naptevékenység minimuma idején a Nap hatásaira földi jelenségek csak esetleg hónapok múlva reagálnak. Továbbá a minimum ideje nem adható meg előre olyan pontosan mint a maximumé, mivel ekkor a naptevékenység igen lassan változik, vagyis ahogy a csillagászok mondani szokták a maximum élesebb és ideje jobban meghatározható, a minimum lapos és időpontja bizonytalan. Többek között ezért kellett IQSY időszakát hosszabbra venni, biztosítván így a legkisebb naptevékenység észlelését is.

Az IQSY feladatai három fő csoportba oszthatók: 1. Olyan vizsgálatok, amelyek csak, vagy legjobban a minimum idejében végezhetőek; 2. A Nap földi hatásainak kutatása nyugodt „háttér” mellett; 3. Az IGY adatainak összehasonlítása az IQSY eredményeivel. Az IQSY alatt is két típusú megfigyelő rendszert használnak: a teljes hálózatra kiterjedő állandó méréseket, és bizonyos időben és helyeken végzett speciális megfigyeléseket. A megfigyelési hálózat kiterjedtebb, mint az IGY esetében volt, és a mérések technikáján és feldolgozásán is változtattak, felhasználva a szervezésben az IGY alatt nyert eredményeket és tapasztalatokat.

Az IGY folyamán igen jelentős eredményeket hoztak a rakétákkal és mesterséges holdakkal végzett kutatások. Ezek segítségével közvetlenül tudták vizsgálni a felső légkört és a bolygóközi teret, ami csillagászati szempontból is különösen a Nap földi hatásainak a tanulmányozásában óriási jelentőségű volt. E tapasztalatok alapján az IQSY folyamán — felhasználva a rakétatechnika rohamos fejlődését — egy nemzetközileg irányított együttműködést szerveztek, amely a mesterséges égitesteket még fokozottabb mértékben alkalmazza a geofizikai kutatásokban.

Röviden összefoglalva a különböző tudományágakban a következő programok folynak:

A napfizika területén a Nap rendszeres észlelései úgy az optikai mint a rádió hullámhossztartományban, amelyek már az IGY folyamán elkezdődtek, folynak tovább. A földi obszervatóriumok megfigyeléseinek kiegészítéseként, mesterséges holdak fotométerekkel és spektrográfokkal felszerelve a Nap sugárzását az ultraibolya és röntgenhullámok tartományában is vizsgálják.

A meteorológiai programban első helyen a felső légkör dinamikai, fizikai és termodinamikai vizsgálata, és ezzel kapcsolatban az összefüggés kutatása a felső és alsó légkör jelenségei közt áll.

A geomágneses program keretében a Nap és Hold hatását vizsgálják a földmágnesség változásaira. Ez alkalommal az IQSY alatti, megfigyelésre kedvező helyzetű napfogyatkozásokat is kihasználják. A mágneses észlelések úgy a földön, mint a földön kívül szoros kapcsolatban

állnak a Mágneses Világszolgálat munkájával, amely IGY egy továbbfutó programja. A sarki fény kutatásában ennek változásait a napfoltciklus folyamán és különböző típusú sarkifény jelenségek gyakoriságát vizsgálják.

Az ionoszféra programban szintén a napeiklus hatását tanulmányozzák, az ionoszféra szerkezetével kapcsolatban. Ez esetben is a kutatás súlypontja az ionoszféra felső rétegeinek a vizsgálata. E célra a korszerű technika leghatásosabb műszereit használják, különösen a nagyteljesítményű radarokat és nagyérzékenyséű mérőberendezésekkel felszerelt rakétákat és mesterséges holdakat.

A kozmikus sugárzást illetően sokoldalú a program. Már az IGY alatt igen érdekes és jelentős eredményeket értek el a Nap által kibocsátott nagyenergiájú részecskék kutatásában. Most e program folytatásaként a nagyenergiájú részecskék mozgását a bolygóközi mágneses térben kutatják. Ennek egyik feladata megismerni a bolygóközi mágneses tér szerkezetét a minimum idején is. Egy másik megfigyelési sorozat feladata a kisenergiájú kozmikus sugarak összetételének és energiaspektrumának a vizsgálata, amelyeket az erős naptevékenység időszakában nem tudtak mérni, mivel ekkor nem is érték el a Föld felületét.

Továbbá meghatározzák és az IGY alatt nyert eredményekkel összehasonlítják a napfoltminimum idején a földi légkör fizikai jellemzőit, úgymint a nyomást, sűrűséget, hőmérsékletet, közepes molekulasúlyt és a kémiai összetételt.

Közvetlenül az IGY befejezése után a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsa elhatározta egy állandó Nemzetközi Geofizikai Bizottság felállítását, és ezt bízta meg az IQSY szervezésével. Ez esetben is az IGY-hoz hasonlóan a különböző tudományágakat egy-egy tudós képviseli és ő vezeti a szakterületén végzett nemzetközi kooperációs és tudományos munkát. A szervezési bizottságban még a többi, rokon tudományos egyesület is képviselve van, mint pl. az Űrkutatási Bizottság, Anktartisz Kutatási Bizottság, Világnap Szolgálat stb. Az IQSY központi titkárságának székhelye London, innen irányítják a különböző tudományágak és területi albizottságok együttműködését. Több, száz megfigyelési állomáson folyik a kutatómunka és több mint hatvan ország tudományos akadémiaja és tudományos intézetei csatlakoztak és ajánlották fel az IQSY munkájához együttműködésüket. A mérési eredményeket az Adat Világközpont gyűjti össze és készíti elő feldolgozásra.

V.A. AMBARCUMJÁN, *akadémikus (Jererán):*

A MODERN CSILLAGÁSZAT ÉS A MIKROFIZIKA PROBLÉMÁI ²

A tudományos világnézet gyakran segíti a természettudományt és ezen belül a kozmogóniát, sok nagy kérdésnek megfogalmazásában és megoldásában. Meghatározott filozófiai nézetek birtokában könnyebben megtalálható az a megfelelő eljárás is, amellyel a természettudományokban felmerülő konkrét kérdések megoldhatók. Ez egyben lehetővé teszi, hogy visszautasítsuk azokat a helytelen nézeteket és hiedelmeket, amelyek egyes kutatók nem kielégítő filozófiai tudásából, vagy pedig tudománytalan filozófiai állásfoglalásából származnak.

A dialektikus materializmus, amely az anyag végtelenségét, kimeríthetetlenségét, az anyagi világ sajátságainak sokoldalúságát kimondó tételre alapul, arra készíti a kutatót, hogy állandóan keresse a természet új, eddig még fel nem fedezett törvényszerűségeinek megnyilvánulásait és mélyreható kapcsolatokat tárjon fel olyan jelenségek között, amelyekben az első látásra vajmi kevés közöset lehet észrevenni. Különösképpen a Világmindenség szerkezetét, az égitestek keletkezését és fejlődését érintő elvi kérdések vizsgálatánál játszhat a filozófiai világszemlélet igen nagy, és nem egyszer döntő szerepet.

A Világmindenség bizonyos csillagászati törvényszerűségei és a mikrovilág fizikája közti összefüggés példaként szolgálhat annak megvilágítására, hogy az anyagi világ különböző jelenségei között milyen sokféle és mély kapcsolat létezhet. Ennek a kapcsolatnak itt csak bizonyos vonatkozásait vizsgáljuk.

Az elemi részek létezésének ténye maga is alapvető jelentőségű a természettudományok valamennyi területe, minden a természetben végbemenő folyamat törvényszerűségeinek megértése szempontjából. Nyilvánvaló, hogy ha az anyagi világ elemi részekből áll, akkor ezek létezésének ilyen vagy olyan mértékben meg kell mutatkoznia a természet *minden* jelenségében. Ez alól nem lehetnek kivételek a csillagászatban tanulmányozott jelenségek és törvényszerűségek sem.

Vegyük először a legegyszerűbb példát. Mint ismeretes, a modern asztrofizika főként a csillaglégkörök és a galaxisok szerkezetének prob-

² Fordította dr. Abonyi Iván a Voproszű Filozofii 1963. évi júniusi számából.

lémáival, valamint a csillagközi anyag kérdéseivel foglalkozik. Emellett arra az információra támaszkodik, amelyet ezektől a képződményektől: a csillagoktól, a csillagléggöröktől, a galaxisoktól, a kozmikus csillagközi tömegektől kapunk.

Ez az információ főként az elektromágneses hullámok közvetítésével, vagyis fény és rádiósugárzás formájában jut hozzánk. Ennek megfelelően a modern megfigyelő csillagászatnak két alapvető ága született meg és fejlődött magas fokra: az optikai és a rádiócsillagászat. Minthogy az elektromágneses sugárzás elemi részekből — fotonokból — áll arra a következtetésre jutunk, hogy az információ elemi részek áramlásának formájában jut hozzánk.

Az égitestek elektromágneses sugárzásán kívül a megfigyelő berendezéseinkhez nagyenergiájú töltött részecskék árama is érkezik. Ez kíváltképp a rakétákon és a szputnyikokon elhelyezett megfigyelő berendezésekre vonatkozik. Az az információ, amelyet ezek a részek — protonok, ionok és elektronok — hordoznak, igen nehezen fejthető meg, minthogy a kozmikus térben létező mágneses erőter véletlen jellegű és rendkívül szabálytalan módon téríti el ezeket a részeket eredeti irányuktól. Ennek ellenére ezeknek a részeknek tanulmányozása máris érdekes eredményekhez vezetett.

Az az ember, aki a mozgó vonat személykocsijának mosdófülkéjében tartózkodik, nem tudja megkülönböztetni azokat a tárgyakat, amelyek mellett elhalad, minthogy ezeknek a helyiségeknek az ablakát rendszerint matt üvegből készítik. Mégis az ezeken áthatoló fény adhat bizonyos, néha lényeges információt is. Így például az ablakon áthaladó fény hirtelen elgyengülése arról tanúskodhat, hogy a vonat egy alagútba ért, az ezután külön felvillanó fények viszont arról beszélnek, hogy az alagút mennyire van villanygökökkel megvilágítva.

Pontosan ugyanezen a módon sikerült megtudni például azt, hogy a napkitörések során jelentős kozmikus sugárzás keletkezik. A kozmikus sugárzásra vonatkozó adatok és a rádiócsillagászat módszereivel nyert megállapítások révén arra a következtetésre jutottak, hogy az úgynevezett diszkrét rádiósugárforrások, vagyis a rádióködök és rádiógalaxisok azok a források, ahonnan a nagyenergiájú részecskék származnak.

Míg az optikai és rádió információ elemzésénél az elektromágneses sugárzás korpuszkláris szerkezete mind ez ideig nem játszott lényeges szerepet, addig mostanában, a fény és rádiódetektorok érzékenységének növekedése, de különösen a fotonszámlálók alkalmazásának eredményeként egyre nagyobb jelentőségre tesz szert az a tény, hogy a sugárzás különálló részekből áll. Ami a kozmikus sugárzást illeti, az általuk hordozott információt az egyes részecskék felfogása és tanulmányozása eredményeképpen egészen megkaphatjuk.

Az utóbbi években a csillagászok körében komoly remény kelt arra vonatkozóan, hogy a Nap és néhány más égitest legbelsőbb részeinek állapotáról közvetlen információt kaphatunk azoknak a neutrínóknak a kimutatásával, amelyeket ezeknek a csillagoknak közvetlenül a legbelsőbb részei bocsájtanak ki. Ilyen neutrínókat ezideig nem mutattak ki részben kis számuk miatt, de még amiatt is, hogy egy-egy ilyen neutrínónak készülékeink segítségével való kimutatása rendkívül kicsi valószínűségű. Azonban megfelelő nagy berendezések felszerelése kétségtelenül lehetővé teszi majd, hogy a világtérből hozzánk érkező neutrínókat kimutassuk. Filozófiai szempontból nagyon érdekes, hogy a neutrínók földi atommagokkal való rendkívül ritka kölcsönhatási jelenségeinek kimutatásáról van szó, és hogy az ilyen elemi részek kimutatása alapján olyan jelenségekről szerzünk majd információt, amelyek közvetlen megfigyelése még nemrégén lehetetlennek tűnt.

Mindezek a körülmények azt mutatják, hogy nemcsak maguk a csillagászati jelenségek, hanem az égitestekre vonatkozó információink beszerzési módjai is szorosan összefüggenek a mikrovilág jelenségeivel.

A Világmindenség anyaga, ami végső soron elemi részek sokaságából áll, különböző testekké tömörül. Ez az első pillantásra triviális tény sok kérdést vet fel. Az anyag csillagokba, bolygókba, gázködökbe és csillagközi porba tömörül. Ha azonban meghatározzuk, hogy a Világmindenség anyagának mekkora törtrésze van ilyen, vagy olyan testekbe összegyűlve, kiderül, hogy az általunk vizsgált Világegyetem anyagának sokkal több mint a fele a *csillagokba* tömörült össze. Ezek saját fénnel rendelkező égitestek, amelyek tömege nagyságrendben a Nap tömegével egyezik meg. A gázködök és csillagközi por alakjában szétszórt anyag összes tömege kicsi az összes csillag tömegéhez képest.

A világegyetem anyagának többsége tehát csillagokká állt össze. A csillagok azonban nem egyenletesen oszlanak el a világtérben, hanem térfogat szempontjából viszonylag kicsi, de csillagmennyiség szempontjából gigantikus méretű rendszerekbe, *galaxisokba* koncentrálódnak. Bizonyossággal állíthatjuk, hogy a csillagok túlnyomó többsége egyenként legalább tízmilliárd csillagot tartalmazó galaxisokba, vagyis gigantikus és szupergigantikus csillagrendszerekbe tömörül. Ugyanakkor léteznek az óriásgalaxisokon és a szupergigantikus galaxisokon kívül olyan galaxisok is, amelyek viszonylag kevés csillagot tartalmaznak. A legkisebb törpegalaxisok csak néhány százezer vagy éppen csak néhány tízezer csillagot tartalmaznak. Az ilyen törpegalaxisok száma igen kicsi. Ezen kívül mondhatjuk, hogy össztömegük elhanyagolhatóan kicsi az óriásgalaxisok össztömegéhez képest. Ezért érvényes az a megállapítás, hogy a csillagok döntő többsége az óriás és szuper óriás galaxisokba tömörül.

Ismeretes, hogy a galaxisok általában szólva, különböznek egymástól a csillagnépeség összetételében. Ettől eltekintve az összes galaxisokban a csillagok tömege a naptömeg nagyságrendjébe esik (pontosság kedvéért megjegyezzük, hogy a csillagok átlagos tömege minden galaxisban valamivel kisebb a Nap tömegénél). E mellett a törpe és az óriásgalaxisok csillagösszetétele közti különbség nem sokkal nagyobb, mint két vaktában kiválasztott törpegalaxis csillagösszetétele közti különbség. Ezt a tényt különösnek kell tartanunk, minthogy az óriásgalaxisok között vannak olyanok, amelyek milliószoza több csillagot tartalmaznak, mint a törpegalaxisok. Ez arra utal, hogy a csillagok lehetséges tömegét az anyag sokkal alapvetőbb törvényszerűségei határozzák meg, mint mondjuk annak a csillagrendszernek a méretei és tömege, amelyben a kérdéses csillag keletkezett.

Különösen érdekes, hogy a csillagok tömegének felső korlát adható, amely alól csak nagyon ritkán van kivétel. Ez a felső határ pl $100 m_N$ ($m_N =$ a Nap tömege).

Az is megjegyzésre méltó, hogy a vizsgált galaxisok tömegére is adható felső határ. Ennek a felső határnak a pontos értékét még nem állapították meg, nagyságrendje közelítőleg 10^{13} naptömeg.

Ily módon a következő kérdésekhez érkeztünk:

1. A csillagászati világmindenség anyaga miért tömörül a csillagokba?
2. Miért van a csillagok tömegének felső határa $100 m_N$ -nél.
3. Miért tömörül a csillagok többsége óriásgalaxisokba?
4. Mi határozza meg a galaxisok tömegének felső határát?

Természetesen azt gondolhatjuk, hogy a Világmindenség szerkezetének ezek a sajátosságai az anyag sokkal alapvetőbb tulajdonságaival függenek össze, vagyis olyan tulajdonságokkal, amelyeket az anyag felépítésében szerepet vívó elemi részek jellegzetességei határoznak meg. Emellett fel kell tenni, hogy a csillagok és a galaxisok mennyiségi jellegzetességeit az elemi részek jellemző adatai, vagyis végső soron univerzális állandók határozzák meg.

Vizsgáljuk először a fonti kérdések közül az első kettőt!

Az elméleti vizsgálatok azt mutatják, hogy valamely anyagmennyiségnek, amelyet magára hagyva a világterbe helyezünk, mindaddig energiát kell kisugároznia, ameddig el nem éri egyensúlyi állapotát. Egyensúlyi állapot esetén az adott testet jellemző paraméterek, ezek között pl. a belső energia nem változhatnak. Ez azt jelenti, hogy a test nem sugározhat ki semmit, vagyis hőmérséklete az abszolút skálán — zérus kell legyen.

Így ha a csillagtömegek szigorúan egyensúlyi állapotáról kívánunk beszélni akkor a $T = 0$ esetén érvényes konfigurációt kell vizsgálnunk. Tulajdonképpen a valódi csillagok hőmérséklete zérustól különböző, alapjában véve elég magas érték. Zérus hőmérsékletű csillagtömeg fiktív objektum. A fehér törpék felfedezése azonban azt mutatta, hogy vannak olyan csillagok, amelyek állapota közel van ehhez az ideális állapothoz, vagyis vannak olyan csillagok amelyek hőmérsékletét a mechanikai tulajdonságaik kiszámításakor közelítőleg zérusnak lehet venni.

Kérdés mit mond az elmélet a csillagtömeg egyensúlyi állapotáról ha annak a hőmérséklete zérus, vagy közel zérus?

A csillagok lehetséges egyensúlyi alakjának kérdését az elméleti asztrofizikában elég részletesen kidolgozták. Ennek már hatalmas irodalma van. Általában felteszik, hogy a csillag belső részeiben az anyag jelentős mértékben ionizálva van. Ennek a csillagbelső még viszonylag alacsony hőmérséklete mellett is be kell következnie. Ezért a csillag belsejében levő anyag általában plazma, ami nagy százalékban tartalmaz elektromosan töltött részecskéket.

A sűrűség adott értéke és elég alacsony hőmérséklet mellett ezt a plazmát alkotó elektronok többé már nem követik a klasszikus statisztika törvényeit. Amiatt, hogy az elektronok a *Pauli-elvnek* engedelmeskednek, viselkedésüket a *Fermi-statisztika* határozza meg. A Fermigáz nyomása alacsony hőmérsékleten sokkal nagyobb mint a klasszikus gázé; annival nagyobb, hogy a plazma teljes nyomását lényegében az elektrongáz parciális nyomása határozza meg egyedül. Ez utóbbi viszont a maga részéről gyakorlatilag nem függ a hőmérséklettől, csak az a követelmény, hogy a hőmérséklet egy bizonyos „elfajulási hőmérsékletnél” alacsonyabb legyen.

Az a tény, hogy a nyomás nem függ a hőmérséklettől, hanem csak az elektrongáz sűrűségétől, nagymértékben leegyszerűsíti az egyensúlyi alak kiszámítását. Az ilyen csillagok belső szerkezetének elmélete igen egyszerű, Chandrasekhar már a századunk harmincas éveiben kidolgozta, s azóta a fehér törpék szerkezetének elmélete címen ismeretes.

A dolog lényege abban áll, hogy a csillagbelső viszonylag alacsony hőmérsékletének feltétele elkerülhetetlenül arra a megállapításra vezet, hogy a csillagban nincsenek energiaforrások, vagy ha vannak, akkor nagyon gyengék. Ezért az ilyen csillagok fényességének igen kicsinek kell lennie, a sűrűségnek viszont nagynak (máskülönben a gáz nem lesz degenerált).

Ilyen sajátásaik vannak a fehér törpéknek. A fehér törpék prototípusa a Szíriusz kísérője. Ismeretes, hogy a sűrűsége 50 000-szer nagyobb mint a vízé. Nemrégiben megállapították, hogy a mi galaxisunkban a fehér törpék száma igen nagy, sok százmillióra rúg.

A számítások azt mutatták, hogy csak egy bizonyos határtömegnél kisebb tömegek maradhatnak ilyen módon egyensúlyban. Ez a tömegkülönbözet a hidrogéncsillagoknál

$$m_0 = \frac{K}{m_p^2} m_N \quad (1)$$

ahol $K = 16 \cdot 10^{-48} \text{ g}^2$ és m_p a proton tömege.

(Az (1) képlet Chandrasekhar Bevezetés a csillagok szerkezetének elmélete c. könyve XI. fejezetének (66) képletéből adódik, ha más jelöléseket alkalmazunk. Itt kihangsúlyozzuk a határtömegnek a proton tömegének számértékétől való függését.) Ha az (1) képletbe a számértékeket behelyettesítjük,

$$m_0 = 5,75 m_N \quad (2)$$

adódik. Ily módon már a legegyszerűbb elmélet is beszél arról, hogy az alacsonyhőmérsékletű csillag anyagának tömege számára felső korlát (2) van. Érdekes, hogy ez a felső határ jóval nagyobb a Nap tömegénél.

Mint fentebb említettük, a csillagok tömegének a felső határa sokkal nagyobb, mint (2), körülbelül $100 m_N$. Az m_N -nél nagyobb tömegű csillagok azonban mégsem mind fehér törpék, vagyis nem elfajult (degenerált) gázból állanak. Hőmérsékletüknek igen magasnak kell lennie és ezzel összefüggésben bennük termonukleáris reakcióknak kell folyniuk. Az ilyen csillagok elméletét is elég részletesen kidolgozták (lásd pl.: M. Schwarzschild: A csillagok szerkezete és fejlődése c. könyvet), bár az nem olyan egyszerű, mint a degenerált csillagoké és még sok dolog nincsen eléggé tisztázva. Lényeges azonban, hogy ezen elmélet szerint $100 m_N$ nagyságrendű tömegek esetén a termonukleáris reakciók során a csillagban levő energia felszabadításának és kisugárzásának nagyon gyorsan kell végbemennie és a termonukleáris energia forrásainak hamar ki kell merülniük. Következésképpen az ilyeneknek rövidéletű nagyfényességű csillagoknak kell lenniük. Élettartamuk legfeljebb millió év nagyságrendű. Ennek letelte után a csillagnak nem lesz energiaforrása és egyensúlyi alakzata összeomlik.

Magától értetődik, hogy az egyensúlyi alakzat megbomlása szükségképpen azzal jár együtt, hogy a csillag tömegének egy részét elveszti. Ennek az anyagleadásnak mind addig kell folytatódni, amíg csak a csillag tömege nem válik a fent említett határnál kisebbre!

Ily módon a degenerált csillagok tömegével kapcsolatban fentebb levezetett elméleti felső határnak döntő szerepe van az egész csillagvilág fejlődési folyamatában.

Ennek a nagyon fontos problémának a példáján látjuk, hogy mennyire meghatározó szerepet visznek a mikrovilág törvényei a kozmogonia és az asztrofizika problémáiban. Speciálisan megállapíthatjuk:

(1) Ha az elektronok, mint elemi részecskék nem követnék a Pauli-eltvet, akkor a plazma nyomása sokkal kisebb lenne. Ha az elektronok a klasszikus, vagy pedig a *Bose statisztikának* engedelmeskednének, akkor, amint a számítások mutatják, az alacsony hőmérsékletű csillaganyagnak nem lenne egyensúlyi állapota. Az ilyen anyag, magára hagyva a nehézségi erő hatására tovább folytatná összehúzódását egészen magas sűrűségértékekig, amelyek a fehér törpék sűrűségét is többszörösen felülmúlják, még abban az esetben is, amikor

$$m < m_N$$

(2). Mint az (1) képletből láthatjuk, a tömeg felső határának számértékét a proton tömege határozza meg. Ha például olyan világot képzelünk el, amelyben a protonoknak vagy általánosságban a nukleonoknak százszor kisebb tömegük lenne, mint most van a valóságban, akkor a degenerált csillag tömegének felső határa abban a világban 57 000 m_N adódna.

(3). Magától értetődik, hogy a csillagok belső szerkezetének elmélete alapján nemcsak a tömeg felső határának értékét, hanem a degenerált csillag sugarát és ki lehet számítani. Kiderül, hogy ha a csillag elektronokból és protonokból áll, akkor a kritikusnál kisebb, de vele azért összemérhető tömegek esetén a csillaggömb sugarát nagyságrendben az

$$R = \left(\frac{h^3}{cG} \right)^{\frac{1}{2}} m_p^{-1} m_e^{-1} \quad (3)$$

képlet adja meg, ahol a természeti állandók szokásos jelölését alkalmaztuk.

Így tehát a fehér törpék sugarának értékét mindenekelőtt a mikrovilágnak olyan fontos adatai határozzák meg, mint a proton és az elektron tömege.

A teljesség kedvéért azonban el kell mondani a következőket.

Fentebb egyensúlyi alakzatokról beszéltünk, amely adott tömegű anyagot foglalhat magába. Létezik viszont gravitációs tömegdefektus is. Másszóval a tömeg nem additív abban az értelemben, hogy ha két, egyensúlyi állapotban levő csillag tömege m_1 , ill. m_2 , és ezeket mi egyetlen csillaggá egyesítjük szintén egyensúlyi állapotban, akkor az új egyensúlyi konfiguráció m_3 tömege általában nem lesz $(m_1 + m_2)$ -vel egyenlő. Természetesen a tömeg megmaradásának tétele érvényben marad, az $m_1 + m_2 - m_3$ különbség (foton-, vagy neutrínó) sugárzás formájában megy el.

Ezért a csillagtömegek egyensúlyi konfigurációjáról beszélve célszerű adott paraméterként a barionok, a *nehéz részek* számát vizsgálni, miként ezt pl. az atommagfizikában is teszik. Két tömeg fent elképzelt

egyesítése ugyanis a barionszám megváltozása nélkül megy végbe, bár ezt tömegdefektus megjelenése kísérheti.

Az összes barionok száma alkalmas adott paraméternek, mert fennáll a barionszám megmaradásának törvénye. Ennélfogva a barionok száma a csillagban változatlan marad, ha csak nem áramlanak ki barionok a csillag határfelületén keresztül.

Igaz, fennáll az összes lepton számának megmaradási tétele is. A csillag energiájának megváltozásakor azonban nemcsak fotonok, hanem neutrínók, ill. antineutrínók kisugárzására is sor kerül, ami általában a leptonszám megváltozásához vezet.

Ha most a csillaganyag lehetséges egyensúlyi alakját adott barionszám mellett keressük, akkor az alacsonyhőmérsékletű anyag számára sorban a következő esetek lehetségesek: amikor csak az elektrongáz elfajult, és az az eset, amikor a bariongáz is elfajult. Ilyenkor lehetségesnek bizonyulnak igen nagysűrűségű csillagok, amelyek 10^{15} – 10^{16} -szor nagyobb sűrűségűek, mint a víz. Még nagyobb sűrűségek esetén az alacsonyhőmérsékletű anyagban az elektronok és a protonok száma kicsi lesz a neutronok és néha a hiperonok számához képest. Az atommagokhoz hasonlóan az ilyen alakzatok csaknem kizárólag barionokból állanak. Így született meg az a neutroncsillag és a hiperoncsillag fogalma. Az elmélet azt mutatja, hogy ezek tömegére nagyságrendben ugyanolyan határ adható meg, mint a fehér törpék esetében. Az ilyen szupersűrű csillagok átmérője néhány kilométer (lásd pl. V. A. Ambarcumján — G. Sz. Szaakján: „Igen sűrű degenerált gáztömegek egyensúlyi alakjáról” *Asztrofizikesszki Zsurnál* 38. No. 5. 785–797 (1961), V. A. Ambarcumján — G. A. Szaakján: „Igen sűrű égitestek elméletének jelenlegi állása”, „A kozmonógia kérdései” 9., Megjelenőben).

Mind ez ideig senki sem figyelt meg ilyen rendkívül nagy sűrűségű neutron-, ill. hiperoncsillagot. El lehet azonban mondani, hogy a mennyiben ezek léteznek, nem lehet őket a földi csillagászat szokásos módszereivel feltárni. De az a tény, hogy az elméleti asztrofizika, olyan mikrofizikai részecskékre vonatkozó elgondolásokra alapozva, mint a barionok, olyan csillaganyag konfiguráció lehetőségét tudta előre megmondani, amelyet eddig még sehol sem figyeltek meg, igen nagy jelentőségű módszertani szempontból, hiszen annak a következtetésnek az alapjául a világ anyagi egységének általános filozófiai elve szolgál.

Van a csillagászatnak még egy olyan, bár kevésbé kidolgozott területe, ahol a mikrofizika elképzelések nélkül, csak fenomenológiai fogalmakkal nyilvánvalóan egyetlen lépést sem lehetne tenni. Az extragalaktikus rádiócsillagászatban tanulmányozott jelenségekről van szó.

A rádiógalaxisok felfedezése után nyilvánvalóvá vált, hogy a rádiósugárzásuk a bennük levő hatalmas relativisztikus elektronfelhőtől ered, amely mágneses erőterben mozog. Ez az elektronfelhő gyakran

nem a megfelelő galaxison belül, hanem annak közvetlen közelében van.

Az utóbbi évek munkái elutasították a régi elképzelést, amely szerint a rádiógalaxisok egymással véletlenül összeütköző galaxis párok. Most már nincsen kétség afelől, hogy a rádiógalaxisok törvényszerű állomását képviselik a nagyfényességű galaxisok, többnyire a szuperóriásgalaxisok belső fejlődésének. (lásd pl. V. A. Ambarcumján: „Néhány megjegyzés a többszörös galaxisokról” (1955) Tudományos művek, II. kötet 251—253. (1960) „Többszörös galaxisok” (1956) ugyanott, (254—275.) Felmerül a kérdés, milyen mechanizmusnak köszönhető ilyen nagyenergiájú elektronfelhő megjelenése.

Az irodalomban már igen régóta és több oldalról is vizsgálták azt a gondolatot, hogy ezekben az esetekben a nagyenergiájú elektronok az úgynevezett *Fermi-mechanizmus* alapján keletkeznek. Fermi szerint az elektronoknak az adott galaxisban a közönséges diffúz anyagfelhőkkel kapcsolatos mozgó mágneses erőterén való szóródása alkalmával előfordulhat, hogy az elektronok energiája fokozatosan igen nagy értékig emelkedik. Ezt a mechanizmust Fermi javasolta a kozmikus sugárzás eredetének magyarázatára. Ma már tudjuk, hogy a hozzánk érkező kozmikus sugárzás egy része a Napból származik, onnan indul bizonyos nagyteljesítményű robbanási folyamatok, a kitörések idején. Azt is tudjuk, hogy a galaktikus rádióforrások és a bennük levő hatalmas mennyiségű relativisztikus elektronok keletkezése a szupernovarobbanásokkal függ össze. Nincsen semmi alap ahhoz a feltevéshez, hogy vannak bizonyos sajátos feltételek, amelyek folytán a rádiógalaxisokban a Fermi mechanizmus létezhetne. Ezért a legutóbbi időben felmerült és kifejlesztést nyert egy másik szempont, amely szerint a rádiógalaxisokban a relativisztikus elektronfelhő grandiózus kozmikus robbanási folyamatok eredményeképpen jelenik meg. A megfigyelési adatok mellett szólnak, hogy ezek a robbanások a galaxismagokban mennek végbe, amelyeknek, mint ismeretes, magának a galaxisnak a térfogatához képest igen kicsi a térfogata. (lásd pl. V. A. Ambarcumján: „Az extragalaktikus kutatások problémái” A kozmogónia kérdései, 8. Moszkva 1962). Lehetségesnek tartjuk, hogy ezeknek a robbanásoknak az energiája bizonyos gyorsan végbemenő nukleáris folyamatok során szabadul fel, amelyek természete még ismeretlen.

Másszóval a Fermi-mechanizmus a relativisztikus elektronok megjelenését a mikrorészecskéknél makroszkopikus erőkkel való kölcsönhatása alapján magyarázza. Az új nézőpont viszont felteszi, hogy a főszerepet bizonyos mikrokölcsönhatások játsszák, amelyeknél a magerők a logfontosabbak. Ilymódon a rádiógalaxisok grandiózus jelenségeit a galaxismag anyagának mikroszkopikus kölcsönhatása direkt következményének tekinthetjük.

A gigantikus relativisztikus elektronfelhő kidobása, amelynek eredményeképpen az adott galaxis az idők folyamán rádiógalaxissá alakul át, a galaxismagnak csak egyik aktivitási formája. Sok óriásgalaxis magja más aktivitást is mutat. Így a mi Tejútrendszerünkben is megfigyelték a centrumból kifelé irányuló gázáramlást, amely 50 km/mp sebességet is elér. Ilyen anyagáramlást az M 31 galaxis, az Andromeda-köd magjából is megfigyelték.

Az a tény, hogy sok közeli galaxis igen nagy nagyítású fényképén a spirálkarokat a galaxismagig folytatni lehet, megalapozza azt az elgondolást, hogy az anyag fentebb leírt kiáramlása a galaxismagból összefügg a spirálkarok kialakulási és fejlődési folyamatával. Ily módon egészen lehetséges, hogy a karok fejlődése jelentős mértékben a galaxis-mag aktivitásának eredménye.

Másrészt vizsgálunk olyan eseteket is, amikor a szuperóriás elliptikus galaxisok magjából egyenes sugarakban áramlik ki az anyag, amelynek kiterjedése során külön sűrűsödések tapasztalhatók. Általában az ilyen sűrűsödéseknek kék színűk van, ami megkülönbözteti őket a galaxis többi részétől. Ezeknek a jelenségeknek az elemzése azt mutatja, hogy a sugarakban megfigyelt sűrűsödéseket a magból külön-külön kidobott anyagnak kell tekinteni. Fontos megjegyezni, hogy ezeknek a sűrűsödéseknek a fényessége felülmúja több törpegalaxis fényességét. Ily módon itt valószínűleg új galaxisoknak a szuperóriás galaxisok magjából való keletkezésével állunk szemben. Ez alapot szolgáltat arra az állításra, hogy az új galaxisok keletkezése a csillagászati világmindenség fejlődésének jelenlegi szakaszában is végbemehet.

Mínt hogy a galaxismagok különböző fajtájú kozmikus képződményeket keltenek, mint pl. 1. relativisztikus elektronok gigantikus méretű felhőjét; 2. spirálkarokat; 3. közepes fényességű fiatal galaxisokat, — most már beszélhetünk arról, hogy a galaxismagoknak *különböző kozmogóniai aktivitásai* vannak.

Arra kell gondolnunk, hogy nemcsak a hatalmas relativisztikus elektronfelhő keltési mechanizmusa (rádiógalaxis), hanem a mag kozmogóniai aktivitásának többi formái is szorosan összefüggenek a magban levő elemi részek átalakulásaival.

*

Fentebb csak néhány példát hoztunk fel, amelyek a mikrovilág törvényszerűségeinek a csillagászati világmindenség makroszkopikus folyamataira gyakorolt közvetlen befolyását tanúsítják. Ezeknek a példáknek a száma még növelhető. Itt csak olyanokra korlátozódunk, amelyek kozmogóniai jelentőségűek.

Nem lehet azonban arra következtetni, hogy az asztrofizikai jelenségek mindig visszavezethetők mikrofizikai jelenségek egyszerű összegére. Ez súlyos hiba lenne. Amikor ilyen óriási számú elemi részecskével van dolgunk, ami a galaxis összetételében szerepet játszik, minőségileg új effektusok jelennek meg: 1. statisztikus törvényszerűségek, amelyek a ködökben és csillagokban levő anyag fizikai sajátosságait és a bennük végbemenő termodinamikai és gázdinamikai jelenségek lefolyását meghatározzák, 2. a gravitációs erő hatalmas szerepével kapcsolatos effektusok. Éppen ezek az effektusok adják az asztrofizikai jelenségek sajátos specifikus jellegét és teszik az asztrofizikát a tudomány olyan területévé, amely a legújabb időkben már nem hasonlít a laboratóriumi fizikához.

MARX GYÖRGY:

A 3C273 HIPERCSILLAG ÉS A GRAVITÁCIÓS KALLAPSZUS

A 3C273 objektum megfigyelése

Az elmúlt években a légkör rádióablakát felnyitó rádiótávcsövek többszáz lokalizált földönkívüli rádióhullám-forrást fedeztek fel a méteres-deciméteres hullámhossztartományban. Ezek a csillagnap periódusával vándoroltak körbe az égbolton, ami a Naprendszeren kívüli eredetet bizonyítja. A rádiótávcsövek átmérője azonban nem lényegesen nagyobb a vett hullámhossznál, ezért irányfelbontóképességük gyenge: nem tudták a rádiócsillag egész pontos helyét megadni. Így a rádiócsillagoknak látható optikai objektumokkal való azonosítása csak kivételes esetekben (pl. Rák-köd) sikerült. Általában az égbolt kérdéses területén több optikai objektum található, hogy melyikük azonos a rádiócsillaggal, annak eldöntése csak a rádiótávcsövek felbontóképességének fokozásától volt várható.

Az előrelépést e téren két, nagy távolságban felállított rádiótávcsőnek interferométerként való alkalmazása és különösen az az ötlet tette lehetővé, hogy a rádiócsillag Hold-korong által történt elfedését használják fel erre a célra. A Hold szélén kialakult elhajlási kép analízisével ausztráliai és californiai rádiócsillagászok több rádiócsillagot tudtak az égbolton 1'' pontossággal lokalizálni 1962 végén – 1963 elején. A *Nature* 1963 március 16-i számában jelent meg pl. a 3C273 rádiócsillag pontos lokalizációjáról való közlés. (Ez a harmadik cambridge-i rádiócsillagkatalógus 273. sorszámot viselő objektuma.) A megadott helyen egy 13 magnitudós csillagszerű objektum látható. Ugyanezen füzetben közlik, hogy a Mg, H, O színképvonalait sikerült azonosítani, ezek azonban meglepően nagy vöröseltolódást mutatnak:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0,158.$$

A színkép egyenletes vöröseltolódásának két értelmezése lehetséges:

a) Egy sűrű csillagról van szó, amelynek felszínén olyan nagy a

Φ gravitációs potenciál, hogy *Einstein*-effektus révén az órák „lelassulása” idézi elő a vöröseltolódást:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Phi}{C^2}$$

Ezt pl. egy naptömegű csillag akkor tudja létrehívni, ha sugara kb. 10 km.

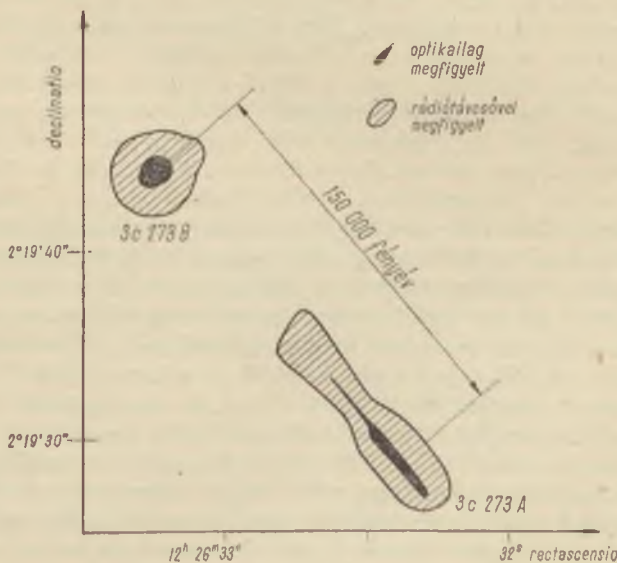
b) A vöröseltolódás oka *Doppler*-effektus, amelyet az univerzum expanziója (*Hubble*-jelenség) hoz létre. Ebben az esetben a

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} = Kr$$

képlet szerint $v = 47\,000 \text{ km s}^{-1}$ távolodási sebesség, $r = 1,5$ milliárd fényév távolság adódik. A 3C273 objektum az univerzum egyik leg-távolabbi megfigyelt objektuma lenne, messze Tejútrendszerünk határain túl.

Későbbi megfigyelések a következőket tisztázták:

A 3C273 objektum optikai szinképében fellelhetők az interstelláris hidrogén (el nem tolódott) abszorpciós vonalai, ami azt jelenti, hogy a 3C273 a bennünket környező hidrogénfelhőkön túl, 600 fényévnél messzebb fekszik.



17. ábra

A 3C273 objektum elmozdulása az égbolton 1870 óta készített felvételek egybevetése szerint kisebb, mint $0'',0009 \pm 0'',0012$, gyakorlatilag zérus. Ez azt jelenti, hogy vagy a Nap közvetlen közelében van és a Nappal együtt vesz részt a Tejútrendszer forgásában (amit az előző megfigyelés kizár), vagy pedig kívül fekszik a Tejútrendszeren és nem forog vele együtt (távolsága nagyobb, mint 100 000 fényév).

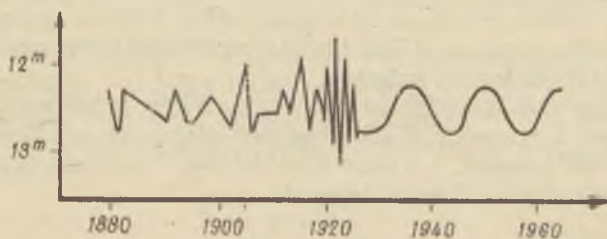
Hogy az intergalaktikus térben 100 000 fényév távolságból egy csillag ekkora vöröseltolódást és ekkora fényességet produkáljon, $10^{11} M_{\odot}$ tömegűnek kellene lennie, ami teljesen irreális érték ($M_{\odot} =$ = Naptömeg). Marad a *b*) lehetőség: másfél milliárd fényév távolság. Figyelembe véve a 3C273 látszólagos fényességét, abszolút fényességének —26,5 magnitúdó adódik. Ez azt jelenti, hogy a 3C273 az univerzum legfényesebb ismert objektuma: optikai kisugárzása $10^{45} \text{erg s}^{-1}$, a Napénak egybilliószorosa. Hasonlítsuk össze néhány égitest optikai fényességét:

Nap	1 L_{\odot} ,
Szupernova	$10^9 L_{\odot}$,
Tejútrendszer	$10^{11} L_{\odot}$,
Hipercsillag (3C273)	$10^{12} L_{\odot}$.

A szupernovák intenzíven csak néhány hétig sugároznak. Felmerült a gondolat, hogy talán a 3C273 is egy óriási szupernova, vagy egy olyan galaxis, amelyben járványszerűen sok száz szupernova lángolt fel egyidőben. Az objektum múltbeli fényváltozásának tisztázására *Harlan Smith* megvizsgálta a *Harvard*-csillagda felvételeit 1880-ig visszamenőleg. Azt találta, hogy a 3C273 fényessége ebben az időszakban monoton fényváltozást (erősödést vagy halványodást) nem mutatott, de igen erős fényingadozás volt megfigyelhető: 100—200%-os fényfluktuációk jelentkeztek. Egyes fluktuációk 1—2 óra, 1—2 nap alatt mentek végbe! (Naturei, 1963. április.) *Detre László*, a Nemzetközi Csillagászati Unió Változócsillag-bulletinjének szerkesztőjeként május 18-án körkéréssel fordult a világ csillagdáihoz: küldjék el Smithnek azokat a régi felvételeiket, amelyen a 3C273 látható. Így 1880-ig visszamenőleg 2000 felvétel gyűlt egybe, ezekből a fényváltozás menete 83 évre visszamenően pontosan rekonstruálható volt. E szerint 1929. októberig a 3C273 fokozatosan erősödő fényfluktuációkat mutatott, majd a rövid fényfluktuációk megszűntek és az objektum szabályos 0,5 magnitúdó amplitúdójú sinusos fényváltozást mutató, 12 év periódusú változóvá alakult át. Az 1929-ben észlelt egynapos fényfluktuációk egyértelműen bizonyítják, hogy a 3C273 aktív energiatermelő rész nem lehet nagyobb, néhány fényóránál vagy fénynapnál. (Egy galaxis sok ezer fényév kiterjedésű. Ennek égitestjeit valamilyen hatásnak kellene koherens fényváltozásra gerjeszteni. A hatás azonban nem terjedhet a

fénynél gyorsabban, így a fényváltozás relaxációs ideje ilyen nagy méretű objektumnál (több ezer év lenne), semmiképpen nem képzelhető tehát el, hogy a 3C273 nagy kiterjedésű óriásgalaxis. Aktív zónájának mérete inkább a mi Naprendszerünkéhez hasonlítható, így szerkezetileg a csillagokhoz áll közelebb, nem a csillagrendszerekhez. Ezért terjedt el a hipercsillag elnevezés.

Természetesen a 3C273 sugárzó felülete ennél nagyobb lehet. Az optikai színképvonalak intenzitásösszehasonlításából az adódott, hogy az emissziós színkép közvetlenül egy 10^7 atom cm^{-3} sűrűségű, 1 fényév átmérőjű gázködéből származik, ez burkolja be az öt gerjesztő hipercsillagot. A rádiótávcsövek még nagyobb kiterjedést mutatnak. Különösen érdekes, hogy a hipercsillagtól (3C273B) mintegy 150 000 fényév távolságra rádiótávcsőben erősen, optikai távcsőben halványan egy gázugár látszik (3C273A). Kézenfekvő az az interpretáció, hogy a felhőt a hipercsillag dobhatta ki magából. Az explozióknak legalább 150 000 évvel ezelőtt kellett történnie. Ha feltételezzük, hogy a hipercsillag ennyi idő óta sugároz optikailag a mai intenzitással, a kisugárzott energiamennyiségre 10^{59} erg adódik. Ez egymilliárd szupernova-robbanás energiájának felel meg!



18. ábra

Még részletesebb információ nyerhető, ha a 3C273 folytonos színképét vesszük szemügyre. Értékes körülmény, hogy az elektromágneses színkép két távol eső széles szakasza áll rendelkezésünkre: az ultrarövid rádióhullámok és a látható fényhullámok tartománya. A folytonos színkép legnevezetesebb tulajdonsága, hogy az igen lapos: a specifikus intenzitás az URH-tartományban a mérési hibán belül állandó, az optikaiban csak igen kissé változik, és a két tartományközt, ahol a frekvencia milliószorosára nő, a specifikus intenzitás kevesebbet csökken, mint három nagyságrend. Ilyen 18 oktávon át „fehér” fény termikus úton nem keletkezhet. Egyedüli keltési mód a szinkrotronsugárzás: mágneses térbe befogott körpályán mozgó relativisztikus sebességű elektronok sugárzása. Az a tény, hogy a sokadik (tizennyolcadik) felharmonikusok

is intenzívek, azt bizonyítja, hogy igen nagy energiájú (sok GeV-os) elektronok is jelen vannak. A rádiósugárzás nagy intenzitásából (10^{44} erg s^{-1}) viszont megbecsülhető a sugárzó plazmában felraktározott teljes szabad (mágneses és kinetikus) energia: az ma 10^{60} — 10^{61} erg nagyságúnak adódik.

Foglaljuk össze a 3C273 hipercsillag megfigyeléséből nyert legfontosabb adatait: egy fényévnél lényegesen kisebb aktív magban olyan energiafelszabadulás következhetett be, amely legalább 10^{61} erg energiát termelt. Ez az

$$E = mc^2$$

összefüggés szerint $m = 10^6 M_{\odot}$ -nak felel meg. A hipercsillag 150 000 évvel a robbanás után olyan fényesen sugároz, mint egybillió nap, mint egy száz galaxis. Detre László erről a legelső kőzt számolt be 1963 augusztusában az egri fizikus-vándorgyűlésen. Múltán mondhatjuk, hogy a legszenzációsabb csillagászati megfigyeléssel állunk szemben a *Hubble*-jelenség felfedezése óta. A tudományos világ olyan élénken reagált rá, hogy 1963 decemberére *Ivor Robinson* — több egyetem és kutatóintézet együttlükködésével — világkongresszust hívott össze a 3C273 rejtélyének megoldására Dallasba. Ide négy világrészről 300 csillagász és fizikus jött el, köztük olyanok, mint *Dyson*, *Hoyle*, *Jordan*, *Minkowski*, *Terleckij*. A vita csakhamar megmutatta, hogy az eddig megismert fizikai jelenségek képtelenek ilyen mértékű energiafelszabadulást magyarázni. A 3C273 egyúttal az évtized legnagyobb fizikai szenzációi között kapott helyet.

A konferencia tanulsága az volt, hogy a rejtély legvalószínűbb megfejtését Fred Hoylenak a 3C273 objektum különleges tulajdonságainak felfedezése előtt megírt, a *Nature* 1963. február 9-i számában megjelent elméleti asztrofizikai cikke tartalmazza.

Energiaviszonyok

A 3C273-ban felszabadult (és jelentékeny részben még ma is ott levő) energia egymillió naptömegnek felel meg. Tájékozódás céljából jegyezzük fel néhány jellegzetes égitest tömegét:

Nagy spirális galaxis	$M = 10^{11} M_{\odot}$,
Törpegalaxis	$10^8 M_{\odot}$,
Galaxismag	$10^7 M_{\odot}$,
Gömbhalmaz	$10^5 M_{\odot}$,
Csillag	10^2 — $10^{-2} M_{\odot}$.

Ez az összeállítás közvetlenül mutatja, milyen nehéz feladat megfejtetni a 10^{61} erg szabad (kinetikus és elektromágneses) energia keletkezésének rejtélyét.

A fizikában úgy tanultuk, hogy a legtöbb energiát az erős kölcsönhatások tudják szolgáltatni. A csillagok — köztük a szupernovák —

energiaforrása mindig könnyű atommagok fúziója termonukleáris reakciókban. Ezek a termonukleáris reakciók azonban a csillag Mc^2 nyugalmi energiájának 1—2 ezrelékét képesek felszabadítani, hiszen maximálisan ennyit tehet ki a tömegdefektus. Hogy 10^{61} erg energiát nyerjünk, 10^9 — $10^{10} M_\odot$ feltételezésére volna szükség, ami a galaxisok tömegének felel meg. A csillagászok valószínűtlennek ítélik, hogy ilyen hatalmas tömeg egységes egészként ilyen kis térfogatban olyan gyorsan adná le teljes nukleáris energiáját, hogy az felhalmozódhassék.

A gyenge gravitációs energia

$$E_{\text{grav}} \sim - \frac{k}{2} \frac{M^2}{R} \quad (k=6,67 \cdot 10^{-8} \text{ erg g}^{-2} \text{ cm}) \quad (*)$$

a k gravitációs állandó kicsiny volta miatt általában elhanyagolható az

$$E_{\text{nukl}} \sim - f Mc^2 \quad (f \sim 0,001)$$

atomenergia mellett. Mivel azonban utóbbi a rövid hatótávolságú mag-erők következménye, előbbi pedig a hosszú hatótávolságú gravitációs erőké, a gravitációs energia a tömeg magasabb hatványával arányos, mint a magenergia. Várható tehát, hogy egy bizonyos (elégg nagy) tömegtől kezdve a gravitáció veszi át a vezető szerepet az égitest energia-háztartásában.

Valóban, ha feltételezzük, hogy egy törpegalaxis vagy egy nagyobb galaxis centruma — néhány millió naptömeggel — nem darabolódott szét csillagokra, hanem egy egységes hipercsillagként élte életét, akkor ennek a hipercsillagnak a gravitációs kollapszusa fényévnyi kiindulási méretből egészen

$$R_{\text{grav}} = \frac{kM}{2c^2}$$

gravitációs sugárig összezsugorodva a (*) képlet szerint annyi gravitációs energiát szabadíthat fel, amennyi — nagyságrendben — a hipercsillag Mc^2 nyugalmi energiája. Ez pedig fedezni képes a 3C273 megfigyelt energiáját.

De mi idézheti elő ezt a teljes gravitációs kollapszust a hipercsillagnál, hiszen annak csillagoknál semmi jelét nem láttuk?!

A gravitációs kollapszus

Tekintsünk egy M tömegű, nem forgó (zérus impulzusmomentumú) gázgömböt, amelyben a súllyal a p gáznyomás tart egyensúlyt:

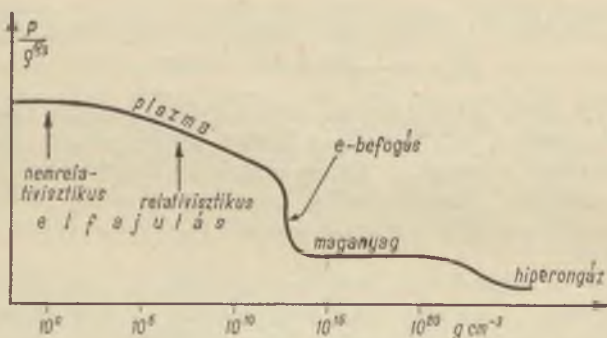
$$\frac{dp}{dr} = - g(r),$$

ahol $g(r)$ a gravitációs gyorsulás r távolságban a csillag centrumától:

$$g(r) = \frac{k}{r^2} M(r) = \frac{k}{r^2} \int_0^r \rho(r') 4\pi r'^2 dr'$$

A p nyomás a tömegsűrűségnek és a hőmérséklet eloszlásnak valamilyen (gáz-állapotegyenlet által meghatározott) függvénye.

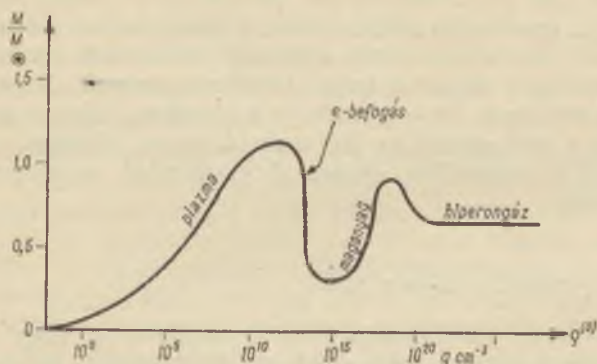
Amíg a gázgömb hideg, a gravitáció hatására összezsugorodik, a gravitációs energia rovására felmelegszik, hogy p egyensúlyt tarthasson $g(r)$ -rel.



19. ábra

Az izzóvá váló gázgömb fénykiszugárzását az egyensúlyi állapotokon át történő lassú zsugorodásból nyert gravitációs munka fedezi. Amint a hőmérséklet eléri az egymillió fokot, megindulnak a termonukleáris reakciók. Egymillió és hárommilliárd fok közt a csillag anyaga vassá, a legmélyebb energiájú elemmé ég el, miközben a kontrakció lefékeződik: a csillag nyugalmi tömegének kb. egy ezrelékét kisugározza (fúziós tömegdefektus). A vasállapot elérésével kimerül a nukleáris energia-tartalék, a forróvá vált égitest fény- és neutrínókiszugárzásának fedezője ismét kizárólagosan a gravitációs munka. Ez a zsugorodás eleinte lassan, egyensúlyi állapotokon át mehet. Az anyagsűrűség azonban egyszer csak olyan nagy lesz, hogy a csillaganyag elfajult állapotba jut. Ekkor a nyomást már nem a hőmérséklet, hanem a *Pauli-féle* kizárási elv, azaz a ρ sűrűség szabja meg: $p = p(\rho)$. Mérsékelt sűrűségeknél pl. $p = \kappa \rho^{5/3}$ (nemrelativisztikus elfajult elektrongáz). Nagyobb sűrűségek felé az elektronok — *K-befogáshoz* hasonlóan — belepréselődnek az atommagokba, ott a protonokat neutronokká alakítják, ezért a nyomás ρ -val

kevésbé meredeken változik. A neutrongázzá átalakult anyagban a $p(\rho)$ összefüggést ismét a Pauli-elv és emellett a magrők (köztük a neutronok tasztítótörzse) befolyásolják. Még magasabb sűrűségnél a Pauli-nyomás csökkentése céljából a neutrongáz hiperongázzá kezd átalakulni, végül pedig mint relativisztikus hiperongázban az állapot-egyenlet valószínűleg a $p = \beta\rho$ aszimptotikus alakhoz tart. A lényeg az, hogy a hőmérséklet szerepe elhanyagolható, az elfajult sűrű anyaggömb úgy tekinthető, mintha $T = 0$ hőmérsékletű állapotban volna, ahol a



20. ábra

sűrűség egyértelműen megszabja a nyomást (19. ábra). Ez pedig nagyon megkönnyíti az elfajult gömb egyensúlyi állapotának tárgyalását, hiszen ekkor (**) egy $\rho(z)$ -re vonatkozó közönséges integrodifferenciálegyenletbe megy át

$$\frac{dp}{d\rho} \cdot \frac{d\rho}{dr} = - \frac{4\pi k}{r^2} \int_0^r \rho(r') r'^2 dr' \quad (**)$$

ahol a $p(\rho)$ függvény ismert. Bármilyen kezdeti $\rho(0)$ -hoz (**) numerikusan kiintegrálható az $r = 0$ centrumtól az $r = R$ felületig, ahol $\rho(R) = 0$ lesz. A $\rho(r)$ függvényből pedig a $\rho(0)$ centrális sűrűséggel jellem-

zett gömbölyű egyensúlyi alakzat teljes $M = \int_0^R \rho(r) 4\pi r^2 dr$ tömege meg-

kapható. $\rho(0)$ és M kapcsolatát többen meghatározták, és arra a meglepő következtetésre jutottak, hogy M soha nem lehet nagyobb másfél nap-tömegnél! Akárhogy is növeljük a centrális sűrűséget, az elfajult állapotba került anyaggömb nem lehet egyensúlyi állapotban, ha tömege

$M > 1,5 M_{\odot}$. (Ezt először Chandrashekar mutatta meg, eredményét az elmúlt években általánosították nagyobb sűrűségekre Cameron, Feynman Landau, Oppenheimer, Salpeter, Wheeler és mások.) (20. ábra) A mondotakból kikerülhetetlenül következik, hogy az elfajult állapotba jutott, teljesen kiégett óriáscsillag vagy hipercsillag gravitációs kollapszusa nem lassan, egyensúlyi állapotokon át megy végbe, hanem az implozió gyorsulva, feltartóztathatatlanul, néhány másodperc alatt bekövetkezik. A gravitáció végérvényesen a magerők és a Pauli-nyomás fölé kerekedett.

Az R_{grav} gravitációs sugár elérése, a nyugalmi energiával egyenlő nagyságrendű gravitációs energia szabaddá válása tehát nem mesterkéltné hipotézis, hanem a jól bevált fizikai törvények ésszerű alkalmazásából is kiadódó eredmény. Ez a körülmény magyarázza, hogy a gravitációs kollapszust a csillagászok és fizikusok túlnyomó többsége elfogadja, mint a 3C273 hipercsillag elképesztő gazdagságú energiaáradatának magyarázatát.

A Riemann-geometria előtérbe került

Az általános relativitáselméletben megtanultuk, hogy az anyag alakítja a téergeometriát. Amíg azonban a Föld felszínén az iskolai euklidesi mértantól való eltérés (elmélet és kísérlet egybehangzó tanúsága szerint) a tizennegyedik, a Nap felszínén pedig a nyolcadik tizedesjegy táján jelentkezik, addig a gravitációs implózió során, a gravitációs sugárhoz közeledve a Riemann-geometria egyre inkább az előtérbe kerül. Egy R sugarú égitest egyenlítőjének K kerülete a

$$\frac{dK}{dR} = 2\pi \sqrt{1 - \frac{2\pi R_{\text{grav}}}{K}}$$

egyenletnek tesz eleget. A gravitációs sugárhoz közeledve a kerület egyre inkább a sugártól függetlenné válik a térgörbület erősödése folytán! R_{grav} elérésekor a csillag energiája zérussá válik (az Mc^2 nyugalmi és az E_{grav} gravitációs energia kioltja egymást), ott egy olyan új fizika kezdődik, amelyikre eddig példát nem ismertünk, amelynél szokásos tér- és időszemléletünk használhatatlanná válik. Itt már csak az általános relativitáselmélet specialistái tudnak tájékozódni.

„Egy fényes csillag, amelynek a sűrűsége akkora volna, mint a Földé, és amelynek a sugara 250-szerese volna a Napénak, nem engedné meg gravitációs vonatkozásával, hogy fénye elérjen hozzánk. Lehet, hogy az univerzum legnagyobb és legfényesebb égitestei ennek folytán láthatatlanok számunkra”, — írta Laplace másfél évszázaddal ezelőtt.

Ha egy hipercsillag kisebbre zsugorodott, mint a gravitációs sugár, az emittált foton visszahull a felszínére, mint a Földön egy elhajított kődarab. A hipercsillag meghalt az univerzum számára.

A galaxisok fejlődése

Az imént bemutatott gömbszimmetrikus, zérus hőmérsékletű kollapszus még nem azonosítható közvetlenül az égi jelenséggel. Hiszen az ilyen kollapszusnál a gravitációs helyzeti energia az implózió mozgási energiájává alakult át, anélkül, hogy kifelé energialeadás történt volna. A kollapszust nem lehetne észlelni.

A természetben végbemenő jelenségek minden bizonnyal differenciáltabbak és komplikáltabbak.

A relativisztikus asztrofizika e cikk írásakor mégcsak első születésnapját ünnepelte, még csak az imént zajlott le a névadó ünnepség több száz meghívott tudós vendég előtt Dallasban, érthető tehát, hogy több a vita, mint az egyértelmű tudás. A cikk elején felsorolt megfigyelési anyag tény. Az imént ismertetett elméleti asztrofizikai számítás szorzási hibát nem tartalmaz. De hogy miként kell a két dolgot egy reális csillagászati ismeretanyaggá ötvözni, még bizonytalan. Talán mégsem minősül majd hiábavalónak, ha *Fred Hoyle* nyomán bemutatunk egy olyan átfogó elképzelést, amely ma a legtöbb hitelt érdemlőnek tűnik.

A homogén tömegsűrűségű végtelen univerzum gravitációsan instabil. (A

$$\Delta\Phi = 4\pi k\sigma \text{ vagy}$$

$$\Phi = -k \int_0^{\infty} \frac{\sigma(r)}{r} 4\pi r^2 dr$$

egyenletnek állandó σ mellett nincs megoldása.) Ezért az univerzum egybefüggő anyaga kisebb anyagtömbökre szakadozott fel. Hogy mikora az a legkisebb anyaggóc, amelyet saját gravitációs tere stabilan együtt képes tartani, azt az anyag termikus, magnetohidrodinamikai és rotációs állapota szabja meg. Fogadjuk el a megfigyelések alapján elsőként 10^{40} — 10^{45} g tömegű anyagtömbök (a leendő galaxisok) kialakulását. Ezeknél a sűrűség növekedtével a gravitációs kontrakció egyre jobban előtérbe került. A szétszakadozott anyag azonban impulzusmomentumot hozott magával. Így a gömbszimmetrikus kontrakció nem volt folytatható. A tehetetlenségi momentum csökkenése nélkül csak koronggá zsugorodhatott a galaxis. A nagy impulzusmomentum-sűrűségű anyag a korong szélére került, az elhanyagolható impulzus-

momentumú anyag pedig gömbölyű központi felhővé tömörült. A korong anyaga tovább tömörülni — az impulzusmomentum megmaradása folytán — csak további felszakadozással, csillagokra bomlás árán (10^{-2} — $10^2 M_{\odot}$) tudott. Az impulzusmomentumot nem hordó (ill. kicsiny impulzusmomentumát magnetohidrodinamikai úton még tovább csökkentő) galaxismagból viszont feldarabolódás nélkül alakult ki egyetlen hipercsillag (10^7 — $10^8 M_{\odot}$). A külső csillagok és a belső hipercsillag kontrakciója felmelegedéssel jár, ami beindítja a termionukleáris reakciókat. A törpe (Napszerű) csillagok sora a 10^8 g cm^{-3} sűrűségű (elfajult plazma) fehértörpe vagy a $10^{13} \text{ g cm}^{-3}$ sűrűségű (maganyag) neutroncsillag állapot.

A csillagoknál a termionukleáris égés nem egyöntetű, a központ a vas-állapotot előbb éri el, minthogy a burok hidrogénje és héliumja elégett volna. Ezért az óriáscsillagoknál megindult gravitációs implózió a külső rétegek forró centrumba zuhanására, így heves fúzió révén sok magenergia gyors felszabadulására: a csillag exploziójára vezet. Vissza legfeljebb egy $1,5 M_{\odot}$ -nál kisebb tömegű törpe marad. Ez a szupernova-kitörés.

A hipercsillagoknál — asztrofizikai számítások szerint erős belső konvekció, majdnem tökéletes keveredés várható. A hipercsillagnak szinte teljes anyaga egyszerre éri el a vas-állapotot. Az ekkor beinduló gravitációs kontrakció katasztrófálissá gyorsuló gravitációs implózióra vezet. Ha a hipercsillag tengelyforgásának szögsebessége egzaktul zérus lenne, feltartóztathatatlanul egy pontba zuhanna az egész anyag. Ez azonban matematikailag valószínűtlen. A kezdetben meglevő igen kicsiny szögsebesség a sebes zsugorodás, a tehetetlenségi momentum rohamos csökkenése miatt egyre jobban gyorsul. A forgó csillag centripetális gyorsulása azonban csak akkor éri el a gravitációs gyorsulás értékét, az egyenlítői sáv d^2R/dt^2 radiális gyorsulása csak akkor szűnik meg, amikor az anyagsűrűség már a maganyagé körül jár. Ekkor a külső egyenlítői rétegek letöredeznek, esetleg a hipercsillag két részre szakad, és a két fél fényét megközelítő sebességgel szétrepül, vagy ugyanilyen gyorsan kering egymás körül. A széthasadó galaxismag az egész galaxist széthasíthatja. Az egymás körül gyorsan keringő két hipercsillag viszont gravitációs hullámok igen intenzív forrásává válik (ennek észlelését akarják megkíséríteni a Földgolyóban kiváltott rugalmas rezgések regisztrálásával). A gravitációs hullámok elszállíthatják az impulzusmomentumot, így a két hipercsillag közeledik egymáshoz, majd egymásba zuhan.

Ezek a katasztrófák észlelhetők a messzeségből a bennük végbe-menő óriási energiafelszabadulás révén. A 3C273 hipercsillag sugárzó gázburka ilyen lehasadt külső réteg lehet, amely felvette a gravitációs munka által termelt energia jó részét. Eddig mintegy kilenc hipercsillagot sikerült azonosítani, de közülük a 3C273 a legfényesebb. (A többinek az

intenzitása mintegy nagyságrenddel kisebb.) Valószínűnek tűnik azonban, hogy a nagy galaxisoknak mintegy 1%-át kitevő, erős fényükről, valamint a normálisnál erősebb rádiósugárzásukról híres *Seyfert*-galaxisok magja a 3C273-hoz hasonló, de kisebb méretű hipercsillag. (Ezeknél az energiakisugárzás 10^{56} erg s^{-1} , a magot kb. 100 fényév átmérőjű, 10^{56} erg mozgási energiával örvénylő gáz veszi körül. Hoyle szerint ezek „aktív része” egy 10^5 – 10^6 M_{\odot} tömegű kis hipercsillag.) Hasonló lehet az Andromeda-kód és a mi Tejútrendszerünk középpontjában is, de a mi hipercsillagunk most életének viszonylag közömbös periódusában van. Némi aktivitás jeleként fogható fel azonban, hogy Tejútrendszerünk spirálkarjai ebből a magból folynak ki, és állandó kifelé tartó gázáramlást mutatnak. Jelenleg évente kb. 1 M_{\odot} a Tejútrendszer centrum anyagmissziója.

Figyelemre méltó körülmény, hogy a hipercsillagoknak és a hozzájuk erős URH-sugárzásuk révén hasonló rádiogalaxisoknak nincs spirális karjuk (elliptikus típusúak). Elképzelhető, hogy a hipercsillag-magú galaxisok és a spirális galaxisok nem két különböző típust jelentenek, hanem azonos típusú képződmény életének különböző szakaszait mutatják. A hipercsillagot csak közvetlenül kitörése után lehet észlelni (egy-két millió évig) a kidobott plazma intenzív sugárzása révén. Az ilyen galaxisoknak még nincs spirálkarjuk, az csak a kitörés után milliárd év alatt fejlődik ki éppen a galaxismag által kidobott anyagból. Valószínűnek tűnik, hogy *Ambarcumján* elmélete arról, hogy a csillagvilág fejlődése gyakran sűrűbb anyagból a ritkább felé megy, és egyes csillagászati megfigyeléseknek *Detre* által ehhez csatlakozva adott magyarázata éppen itt nyeri támasztát.

Hogy a mi Tejútrendszerünk közepén van-e hipercsillag, és milyen fejlődési stádiumban, arra vonatkozóan nincs közvetlen tapasztalatunk. De *Ginzburg* és mások szerint a Tejútrendszer mágneses mezejének kozmikus sugárzással történő feltöltésére a régebbi szupernova-elképzelés számszerűen elégtelen, szerintük ezt kellő mértékben csak a centrumban véghement hipercsillag kitörés végezhetette el. Ez a valamikor intenzív kozmikus sugárzás gyártotta meg az interstelláris felhőkben néhány milliárd éve azt a meglepően sok litiumot, berilliumot és bórt is, amelyet — ezen magfizikailag lazán kötött elemekben csillagoknál sok ezerszerre gazdagabb — Földünk kérgében megtalálunk. *Fowler* szerint pedig csak a hipercsillag lehetett hősője azoknak a nehéz elemeknek, amelyek vasból másodpercenként sok neutron befogásával, tehát kizárólag neutron-tengerben épülhettek fel. (Ilyenek pl. a ritkaföldfémek, az ezüst és arany.)

Noha semmi bizonyosat nem tudunk róla, mégis „azt” jósolhatjuk, hogy a galaxisok centrumában rejtőző hipercsillagok olyan centrális szerepet fognak játszani a csillagrendszerek evolúciójának megértésére

törő csillagászatban, mint az atomok közepén megtalált parányi atommag a mikrofizikában. Hiszen úgy tűnik, hogy a hipercsillag — már csak anyagsűrűsége miatt is — bizvást tekinthető egy milliárd kilométer átmérőjű atommagnak. A magok tömegének *Bohr—Wheeler*-féle felső határát a kozmikus méretekből felülkerekedő gravitációs vonzás tolta ki egészen a Naprendszer tömegének sokmilliószorosáig. Az innen kitörő szupernukleáris energiák elérnek a 10^{61} erg értékig, amelyet tonnákban mérve is elképesztő értéket kapunk. Ez pedig arra látszik utalni, hogy a hipercsillagok aktivitása játsza a motor szerepét az univerzum fejlődésében.

A MÁZER ÉS A LÁZER

A közelmúlt egyik legjelentősebb és legérdekesebb felfedezése, hogy igen rövid hullámhosszú elektromágneses hullámokat, az ún. mikrohullámokat indukált emisszió alapján fel lehet erősíteni. Ezt a jelenséget az angol elnevezés: „Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (mikrohullámok erősítése a sugárzás indukált emissziója révén) kezdbetűinek felhasználásával maserhatásnak nevezik.³

A mázer hatáson alapuló berendezéseket, a mázereket igen nagy teljesítményű és rendkívül zöreimentes erősítőkként és stabil rezgéskeltőkként alkalmazzák. Nemrégiben felfedezték azt is, hogy a még rövidebb elektromágneses hullámok, a fényhullámok tartományában is felléphet a mázer-hatás. Ezeket a berendezéseket a „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kezdbetűiből alakított szóval lasereknek nevezik. A lézerek rendkívüli mértékben irányított — párhuzamosított — fény-nyalábok előállítására alkalmasak. Hogyan, milyen fizikai elvek alapján működik a mázer és a lézer? Mire használható? Ezekre a kérdésekre szeretnénk az alábbiakban válaszolni.

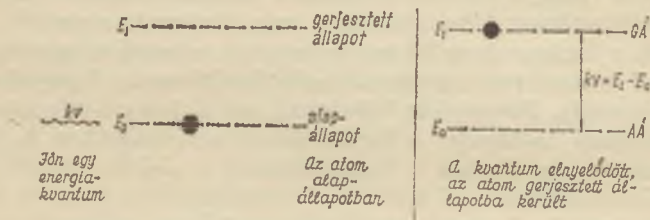
A sugárzás elnyelésének és kibocsátásának folyamatairól

Mint a bevezető megjegyzésekből is már sejteni lehet, a mázerhatás megértéséhez a sugárzás indukált emissziójának körülményeivel kell elsősorban tisztában lennünk. Az alábbi gondolatmenetek a Bohr-féle atommodell alapján magyarázzák a fénykibocsátás és fényelnyelés szükséges ismereteit.

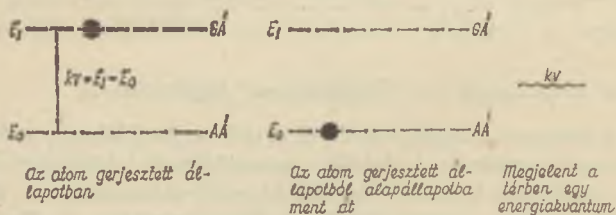
Miként az atomok Bohr-féle modelljéből ismeretes, az atommagot körülvevő elektronok meghatározott tulajdonságú pályákon keringenek. A pályákat többek között az jellemzi, hogy azokon az elektron milyen energiával rendelkezik. Az atom *alapállapotának* azt az elektronelrendeződést nevezzük, amelynél minden elektron úgy helyezkedik el az atommag körül — természetesen egymás hatását is figyelembe véve —, hogy a lehető legkisebb energiával rendelkezék. Ha most az atomra kívülről sugárzás formájában energia érkezik, akkor azt az atom elnyelheti.

³ A maser és laser angol szavak kiejtése: mézer, lézer. E cikkben a magyarnyelvű irodalomban elterjedt mázer és lézer formáját használjuk.

Az elnyelés bekövetkezik — ha a sugárzásból elvett energiakvantum az atomot gerjesztett állapotba viheti. Gerjesztett állapotnak azt az állapotot nevezzük, amelyben a fentebb említett elektronelrendezéshez nem a legkisebb energia tartozik. Ez az alapállapothból meghatározott energia elnyelésével érhető el. Ekkor tehát az atom nagyobb energiával rendelkezik, mint az alapállapotban, azonban így ez nem marad fent örökké. A gerjesztett állapotból az atom visszamegy az alapállapotba miközben az energiafelesleget kisugározza. Ez az átmenet kétféleképpen mehet végbe. Az esetek legnagyobb részében a gerjesztett állapot bomlása véletlen folyamat, teljesen hasonló a rádióaktív bomlásokhoz. A gerjesztett állapotnak ily módon van egy átlagos élettartama, amely véges. Vannak azonban esetek, amikor az előbb említett véletlen folyamatot nagyon meggyorsítja az, hogy a kibocsátani kívánt energiakvantummal



21. ábra. Abszorpció



22. ábra. Spontán emisszió

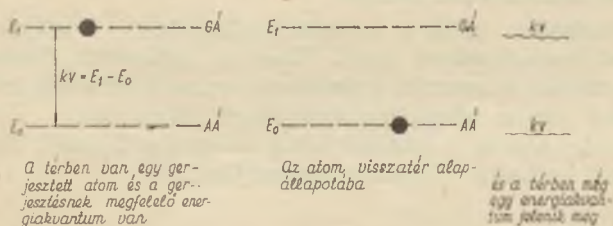
pontosan megegyező rezgésszámú sugárzás már jelen van a térben. Ekkor beszélünk *indukált emisszióról*. Az indukált emisszió felismerése *Albert Einstein* érdeme. Kimutatta, hogy az indukált emisszió annál valószínűbb, minél erősebb az indukáló sugárzás, vagyis minél több ugyanolyan energiakvantum van már jelen a térben.

Ily módon tehát a fény, vagy általában a sugárzás elnyelésének egy és csak egy módja van:

A gerjesztett állapotok elbomlásának viszont van spontán, véletlen módja, amely minden külső behatástól függetlenül megy végbe; és van

elősegített, indukált módja: mintegy szívesebben adja le az atom az energiáját, ha a leadandó energiakvantummal megegyező energiakvantum már van a térben, mint ha nincsen.

Képzeljünk most el igen sok azonos atomot és tegyük fel egyszerűség kedvéért azt is, hogy az alapállapot mellett csak egy gerjesztett állapot lehetséges. Ha erre az atomsokaságra sugárzás esik, amelyben megfelelő energiakvantumok is érkeznek ahhoz, hogy az atomokat gerjesztésük, akkor az atomok egy része gerjesztett állapotba is kerül. Az egyenúlyi eloszlás a következőképpen jellemezhető. Mennél nagyobb a gerjesztéshez szükséges energia, annál kevesebb lesz a gerjesztett atomok száma az alapállapotban levőkhöz viszonyítva. Ha kicsi a gerjesztéshez szükséges energia, akkor sok atom gerjesztődik. Az arányszám csak az atomsokaság hőmérsékletétől függ.



23. ábra. Indukált emisszió

Például: legyen a gerjesztésre szükséges energia elektronvolt nagyságrendű, akkor normális hőmérsékleten csak nagyon kevés atom gerjesztődik. Ha viszont a gerjesztési energia mindössze egy tizedes nagyságrendű — ami az elektromágneses színek mikrohullámú részére jellemző, — akkor az alapállapotban és a gerjesztett állapotban közel egyenlő számú atomot találunk. Természetesen a gerjesztett állapotú atomok száma általában kisebb, mint az alapállapotban levőké. E viszony megfordítását csak mesterségesen lehet elérni.

Felmerül a kérdés: Mikor jut az indukált emisszió a spontán emisszió felett uralkodó szerephez? A maserekkel kapcsolatos elméleti vizsgálatok során R. A. Smith kimutatta, hogy ha egy adott rezgésszám esetén a sugárzás kvantumának energiája sokkal nagyobb, mint egy atom termikus energiája, akkor a spontán emisszió dominál, mellette az indukált emisszió elhanyagolható. Ezért van az, hogy normális körülmények között az atommagokból jövő γ -kvantumok, vagy a gerjesztett atomokból eredő — a színek látható részébe eső — fénykvantumok kibocsátását kizárólag véletlen folyamatnak tekintették.

Ha viszont a sugárzás energiakvantuma sokkal kisebb, mint az atom termikus energiája, éppen az indukált emisszió jut túlsúlyba és a spontán emissziót lehet elhanyagolni.

A fenti megfontolások alapján most már nyilvánvaló a mázer-hatás lényege. Először gerjesztett állapotba kell hozni sok-sok atomot, majd kis intenzitású jellel, amely a kibocsátandó sugárzással azonos frekvenciájú, indukált emissziót kell létrehozni. Nyilvánvaló, hogy miben áll az erősítés: a bemenő jel intenzitásának sokszorososa jelenik meg a mázer kimenetén. Ebből következik, hogy a mázer erősítőként és rezgéskeltőként is működhet. Az ezzel járó előnyöket lentebb részletesen fogjuk még elemezni. Most azonban meg kell említenünk még néhány gondolatot a mázer-technika egyik alapvető kérdésével kapcsolatban. Hogyan is kell elérni azt, hogy sok atom legyen gerjesztett állapotban, több, mint amennyi alapállapotban van. Ez lenne ugyanis a mázer egyik legfontosabb technikai problémája.

Egy rendszeren belül a gerjesztett állapotokat túlsúlyra hozni csakis külső beavatkozással lehet. Hiszen a gerjesztett állapot csak viszonylag stabilis és spontán emisszióval hosszabb-rövidebb idő alatt, minden külső behatás nélkül is stabilis állapot jöhet létre.

Most pedig nézzük a mázerek egyes jellegzetes típusait. Az osztályozás a fenti probléma megoldása szerint történik.

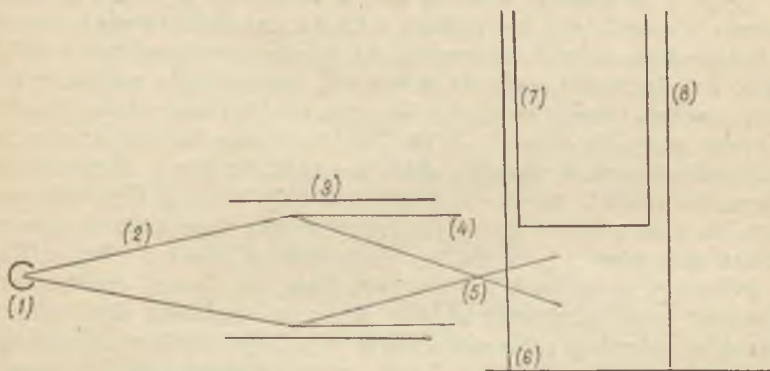
A szeparációs vagy szétválasztó mázer

A gerjesztett állapotban levő atomok feldúsításának elvileg legegyszerűbb és történetileg először megvalósított módszere a szeparációs, vagyis szétválasztó eljárás. Képzeljünk el egy atomi részecskéből álló nyalábot, amelyben az alap- és gerjesztett állapotban levő atomok vegyesen találódnak. Célunk: kiszűrni a gerjesztett állapotban levőket.

C. H. Townes és munkatársai a Columbia Egyetemen ezt a problémát a következőképpen oldották meg. Az atomi részecskék szerepét kísérleteikben az ammónia (NH_3) molekulák játszották. Hogy miért éppen ezek? Azért, mert az ammónia molekula energiaszintjei között van kettő, amelyek között az átmenet kb. 3 cm hullámhosszúságú elektromágneses hullám kibocsátásával (elnyelésével) megy végbe, s ezen a hullámhosszon kívánták a mázert használni. A szétválasztás mikéntje volt még kérdéses, de kiderült, hogy az ammónia molekula szóbanforgó két állapotában a molekulákat jól meg lehet különböztetni. Elektromos erőterben az ammónia molekulának különböző nagyságú indukált elektromos dipólnyomatéka van, aszerint, hogy a molekula melyik állapotban van. Az indukált elektromos dipólnyomatékot úgy képzeljük el, hogy a külső elektromos erőterbe helyezett ammóniamolekulában a pozitív és a negatív töltések kissé szétváltnak, polározódnak. A polarizált molekulát egy botocskához hasonlíthatjuk, amelynek két végén

egyenlő nagyságú, de ellenkező előjelű töltések vannak. A dipólnyomaték a töltés nagyságának és a töltések távolságának szorzata.

Mint hogy az alap- és a gerjesztett állapotban különböző az elektromos dipólnyomaték, a szétválasztás elérhető azáltal, hogy a kevert nyalábot inhomogén (nem párhuzamos erővonalakkal jellemezhető) elektromos erőterben futtatjuk. Ez a gerjesztett molekulákat szétválasztja és a máser következő egységébe juttatja.



24. ábra. A szeparációs mázer. Az (1) forrásból pl. ammóniamolekula nyaláb indul, amelyben alap-, és gerjesztett állapotban egyaránt vannak részecskék (2). A (3) berendezési inhomogén elektromos erőteret létesít, amely a nyalábot kettéosztja: alapállapotú molekulákat (4) eltéríti a gerjesztett állapotú molekuláktól (5) a (6) üregrezonátorba vezeti. Az üregrezonátor (7) bemenetén táplálják be az erősíteni kívánt mikrohullámú jelet, a (8) kimeneten vezet ki a felerősített jelet

Ez a következő egység egy jól hangolt üregrezonátor, amelyben elektromágneses sugárzás van. Ha az elektromágneses sugárzás történetesen éppen olyan rezgésszámú, mint amekkora a rezgésszáma az ammónia molekula gerjesztett állapotából alapállapotba vivő átmenetnél megjelenő fotoné, akkor a gerjesztett részecskék lavinaszerűen leadják energiájukat, (indukált emisszió) s ezáltal az elektromágneses erőter felerősödik. A felerősített jelet az üregrezonátorból ki lehet csatolni.

Szeparációs elven alapuló mázer vázlatát a 24. ábra mutatja.

Az inverziós mázer

Az inverziós mázer alapgondolata az, hogy olyan anyagot kellene keresni, amelynél a két energiaszint „benépesedését” hirtelen meg lehet fordítani.

Vannak olyan szilárd testek, kristályok, amelyekben az ionok körül egy, úgynevezett kompenzálatlan elektron is van. Ez azt jelenti, hogy ha a kristályt mágneses erőterbe helyezük, az elektronok mágneses

nyomatékukkal vagy az erőter irányába, vagy azzal szembe állnak be, a mágneses nyomatékok egymás hatását lerontják. Ha végül marad egy árva mágnes (elektron) azt kompenzálatlannak nevezzük.

A két állapot természetesen különböző energiájú, tehát adott hőmérsékleten benépesedésük különböző. A külső mágneses erőter alkalmas megválasztásával elérhető, hogy e két állapot közti átmenet, vagyis a mágneses nyomaték átbillenése során felszabaduló energia-kvantum éppen a mikrohullámok tartományába tartozzék.

Hogy a mágnesezés rendező hatása tartósabb legyen, a kristályt alacsony hőmérsékleten kell tartani, ezáltal a termikus mozgás kedvezőtlen hatása csökkenthető. Az inverzió már most a következőképpen mehet végbe. A mágnesezés során az elektronok nagy része a mágneses erőterrel szemben (kisebb energiájú állapot), kisebb része vele egyirányba (nagyobb energiájú állapot) áll be. Fordítsuk meg hirtelen a mágneses tér irányát. A szintek energiája ekkor megváltozik, míg a „benépesedés” változatlan marad, vagyis az elektronok nagy része a nagyobb energiájú, kis része a kisebb energiájú állapotban lesz. Sajnos ezt az egyszerű eljárást nem lehet a gyakorlatban megvalósítani, mert a mikrohullámú jel érdekében megkívánt mágnes térerősség kb. tízezer gauss, ennek „hirtelen” megfordításához akkora idő kell, amekkora alatt már az elektronok mágneses nyomatékainak is van idejük átbillenni az energetikailag kedvezőbb állapotba. Ezért ennek az eljárásnak elég rossz a hatásfoka.

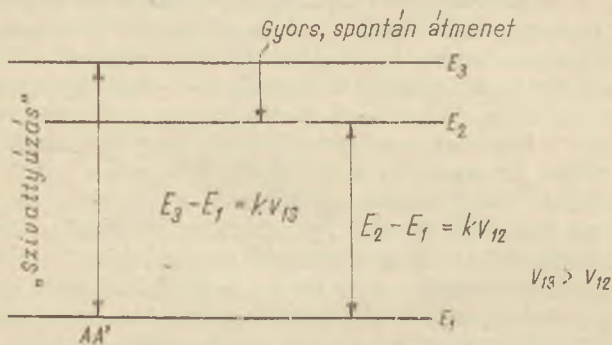
Az inverziós mázer tehát más technikai megoldást igényel. Ezt az eljárást *N. Bloembergen* találta meg, az interválásra a „szivattyúzás” módszerét alkalmazta. Ehhez azonban már három energiaszint szükséges.

A három energiaszintű mázer: a szilárd test mázer

A Bloembergen-féle mázerben rubin kristályt használnak, amely tulajdonképpen krómmal szennyezett alumíniumoxid. A szennyezést okozó krómionoknak vannak olyan elektronjaik, amelyekről fentebb már beszéltünk.

A krómion energiaszintjei közül hármat jelöljünk E_1 , E_2 , E_3 -mal növekvő sorrendben. Ha erős jelet viszünk a hűtött és mágneses térbe helyezett rubinkristályra, amely az 1. állapotból a 3. állapotba gerjeszti a krómionokat, elérhetjük, hogy közelítőleg ugyanannyi krómion lesz a 3. állapotban, mint az 1. állapotban. Tegyük fel, — és ez a krómionnál így is van — hogy a 3. állapotból a 2. állapotba igen hamar megtörténik az átmenet. Minthogy E_2 kisebb, mint E_3 , egyensúlyi eloszlás esetén E_3 -ban kevesebb részecske lesz, mint E_2 -ben, viszont a besugárzás miatt E_1 -ben ugyanannyi van, mint E_3 -ban, tehát E_2 -ben több lesz,

mint E_1 -ben. Ezáltal sikerült az $E_2 - E_1$ energia kibocsátására alkalmas gerjesztett állapotok számát más frekvenciájú besugárzással, „szivattyúzással” túlsúlyba hozni.



25. ábra. A három energiaszintű mázer „szivattyúzási” elve

Ha most az $E_2 - E_1 = h\nu_{12}$ -nek megfelelő rezgésszámú jel éri a rubinkristályt, egyszeriben lavinaszerűen megtörténik az indukált emisszió és a jel felerősödik.

A mázer mint rezgéskeltő

A mázerek egyik legfontosabb alkalmazási területe a mikrohullámú rezgéskeltés. A mikrohullámú tartományban, mint ismeretes, az oszcillátorok, a rezgéskeltők építése különös gondokat okoz. Ezek egy része azzal kapcsolatos, hogy a rezgéskeltő alkatrészei, a kondenzátorok és az önindukció már az egész rezgőkörre elkenődnek, nem lokalizálhatóak a rezgőkör egy-egy helyére, mint a közönséges hullámhosszaknál. Más szóval a kapcsolási elemek méretei az előállítani kívánt hullámhossz nagyságrendjébe esnek.

Elképzelhető, hogy milyen megmunkálási problémák lépnek fel, ha milliméteres hullámokat akarnánk előállítani.

A mázer-technika kifejlődése lehetővé tette, hogy ezt a problémát kényelmesen meg lehessen oldani. Ha a gerjesztésüket leadó atomi részek csak annyi energiát szolgáltatnak, amennyi a mázer-berendezés energia-vesztéseit fedezi, rezgéskeltőként dolgozhat a mázer.

Különösen fontos ez a körülmény, amikor fényrezgések keltéséről van szó. A konvencionális módszereink — a világító lámpák — eddig korántsem működtek olyan jól, mint a rádiótechnika rezgéskeltői. Míg ez utóbbiak kívánt tisztaságú, tartósan monokromatikus, zajmentes jelet tudtak szolgáltatni, a fénygenerátorok inkább „zajt keltettek”. Ennek

az az oka, hogy a konvencionális berendezések lényegében termikus úton, magas hőmérsékletű anyagokkal működtek. A termikus gerjesztés alatt, vagy annak megszűnése után, a gerjesztett atomok véletlen módon gyakorlatilag egyenként bocsátják ki az elektromágneses hullámvonulatokat, amelyek egymáshoz képest frekvenciában és fázisban is eltolódnak. Ennek az oka részben az, hogy a különböző sugárzó atomok nem ugyanazon átmenet során adják le energiájukat, vagy ugyanazon átmenet esetén különböző sebességgel mozognak és ez *Doppler*-eltolódást okoz stb. Ezt a helyzetet azzal szemléltetjük, hogy egy marék kavicsot szórunk a vízbe. Az egyes kavicsok keltette hullámok a legtökéletesebb összevisszaságban befolyásolják egymást. A mázerekkel, illetve lézerekkel keltett hullámok viszont frekvenciában és fázisban igen nagy mértékben azonosak. Az indukált emisszió ugyanis, mint fentebb láttuk, csak megegyező frekvenciák esetén lép fel, és rendkívül rövid időtartammal követi a kiváltó rezgést. (Ha túl sok szomszédos energiaszint van, akkor az indukált emisszió rezonancia alapján választja ki és erősíti a megfelelő jelet.)

A fénygenerátorként működő mázer, vagyis a lézer elkészítése lehetővé teszi, hogy a fényt is felhasználjuk hírközlésre. Az itt nyíló lehetőségek jellemzésére megemlítjük, hogy a látható fény tartományban 4 megaciklus (millió rezgés másodpercenként) szélességű televíziós csatornákból 80 millió (!) fér el.

A mázer mint erősítő

Ha az indukált emisszió során több energia szabadul fel, mint amennyi a mázerben fellépő veszteségek pótlásához szükséges, erősítővel van dolgunk.

A mikrohullámok területén, de más területen is, a konvencionális erősítők teljesítményét nem lehetett minden határon túl növelni, mert az erősítőnek üresjárásban is igen nagy zajszintje van részben külső, de részben az erősítőben rejlő okokból, amelyben azután gyenge jelek teljesen elvesznek.

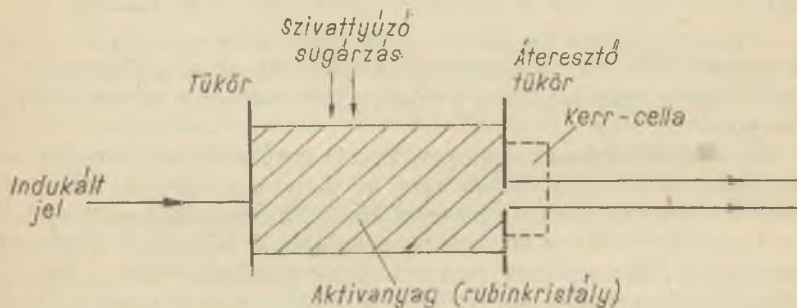
A mázer-erősítők nagy előnye, hogy a belső eredetű zajszintjük kb. ezerszer kisebb, mint elődjeiknél. A mázernek ezért igen nagy szerep jutott a rádiócsillagászat kifejlődésében.

A lézer

A fénygenerátorként működtetett berendezésnek a működése tulajdonképpen teljesen azonos a mázerekével. Amit itt még kiegészítésképpen meg kell említeni, az az, hogy a lézereknél egy olyan optikai berendezést is alkalmazni kell az energiasokszorozás mellett, amely a fázis-

egyenlőséget egy kiszemelt irányban biztosítja. A dearborni Ford-laboratóriumban tett felfedezés szerint a lázerben kibocsátott fény hullámhossza változtatható.

Az egyik lehetséges háromszintű lázer-típus működését a 26. ábrán szemléltetjük. A felülről érkező sugárzás a lázer aktív anyagára esik, amelyben a szivattyúzást végrehajtja. Az aktív anyag magas reflexió-képességű tükröző felületek közé van helyezve, ezek egyike kissé átlát.



26. ábra. A rubin-lázer

szó. A bemenő megfelelő frekvenciájú jelre lavinaszerűen kialakul az erős fénysugárzás, amely a két tükröző felület között sokszor oda-vissza haladva biztosítja, hogy csak a hosszstengely mentén fázisban levő sugárzás jusson ki a kissé átlátszó ablakon. Ily módon elérhető, hogy a sugárnyaláb egyes sugarai logfeljebb fóknyi vagy fél fóknyi szöget zárnak be egymással. Ez kilométerenként kb. 1 méteres széttartást jelent, de távcső alkalmazásával elértük már azt is, hogy a Holdra pár km átmérőjű foltot vetítettek.

A lázer és a csillagászat

Itt már a lázer-technika csillagászati alkalmazási lehetőségeihez értünk. Ezek első gyakorlati lépése valóban a Holdra küldött s ott visszavert lázer-jel földi megfigyelése volt. A fél milliszekundum ideig tartó fényimpulzusból, amit a rubinlázerből „kilőttek” s amely mintegy $2 \cdot 10^{20}$ fotonból állt, sikerült a zörejszint felett 12 visszavert fotont kimutatni. Természetesen a kimutatáshoz fotomultipleireket használtak.

Ennek a „klasszikus” kísérletnek, amelyet a Massachusetts Institute of Technology laboratóriumaiban végeztek, a körülményei napjainkig derekasan megváltoztak. A fényimpulzus időtartama nanoszekundum (10^{-5} S) tájékára rövidült azonos fotonszám mellett, ami a visszaérkező

fotonszám kimutatása és a lézerrel való mérés szempontjából is a pontosság fokozásához vezet.

A Hold lázervizsgálata minden valószínűség szerint kizorítja a holdfelszín domborzati viszonyainak árnyékhossz alapján történő vizsgálatát. Az energia (a fotonszám) növelése esetén pedig remény lehet arra, hogy távolabbi égitestekkel is el lehessen végezni ilyen vizsgálatokat. Sokat várnak a Hold vonatkozásában még attól is, hogy a Holdnak a gömb alaktól való eltérését is lézerrel lehet majd ellenőrizni, illetve feltárni.

A lézerrel sikerült kimutatni a földi felső légkör porrétegeit. A két porréteg 80, ill. 130 km magasságban helyezkedik el, az alsó megfelel a világító felhők magasságának, a felső nyilván meteorok elporlódásából származik.

Az indukált emisszió sajátosságai folytán rendkívül monokromatikus lézer-impulzusok módot adnak arra is, hogy nagyon kicsi Dopplereltolódásokat kimérjenek a visszavert fényjel frekvenciájában. Ez lehetővé teszi, hogy néhány méter/nap nagyságrendű sebességeket lézerrel kimutassunk. Ez a módszer, amely a radar esetében a Vénusz forgási sebességének meghatározása érdekében alkalmazásra került, a Naprendszer sok bolygójáról fog minden bizonynyal értékes információt adni.

Mindezek a lehetőségek azonban eltörpülnek fontosság tekintetében a következő mellett: A csillagászat egyik legfontosabb feladata a csillagokról érkező fény spektroszkópiai információinak megfejtése. Ez általában nehézségekbe ütközik még közeli égitestek esetében is, mert az egyes színképvonalak nem elég intenzívek. Mármost mekkora segítség lenne az, hogy a kifejezetten gyenge színképvonal, ami a fényképezéskor még nem hagy nyomot, lézer-erősítővel detektálható lenne! Ki tudja felmérni milyen gazdagodást jelentene ez az eljárás asztrofizikai ismereteink számára.

S említsünk meg még egy alkalmazási lehetőséget, amely azonban igazán csak a jövőben valósulhat meg, a lézer-technika további fejlődésével. *G. H. Townes* és munkatársai felvetették azt az ötletet, hogy a lázereket esetleg más csillagok bolygói és a Földünk között hírközlési célokra fel lehetne használni. Az optimista kutatók véleménye szerint nem lehetetlen, hogy még a pesszimista csillagászoknak is érdemes lázeres berendezéssel tanulmányozni ilyen égitestek színképét, hiszen nem lehetetlen, hogy más fejlettebb civilizációk már régóta sugároznak hozzánk lézer útján üzeneteket. Ki tudhatja? Hátha valóban így van!

A FIZIKA MEGMARADÁSI TÉTELEI A CSILLAGÁSZATBAN

Az ókorban a geometriának a csillagászatban való alkalmazása tette lehetővé, hogy sejtéseken és elképzeléseken túlmenőleg a valóságot megközelítő ismereteket szerezzünk a Földön kívüli természetről. A horizontális parallaxis fogalmát már *Hipparchosz* bevezette a csillagászatba és az ókori csillagászoknak a Hold és Nap távolságára, valamint méreteire vonatkozó elvileg teljesen kifogástalan geometriai módszerei előtt a modern tudomány is elismeréssel hajolhat meg.

Ezen bámulatraméltó eredmények mellett azonban még teljesen tisztázatlan maradt az égitestek tulajdonsága és természete. Az ókori világkép ezért elsősorban nem ezekre a mérési adatokra, hanem sokkal inkább az antik természetfilozófia spekulatív elképzeléseire támaszkodott, a középkori skolasztikus természetszemlélet pedig lényegében sem volt más, mint elképzelés a természetről. Keletkezése idején még *Kopernikusz* korszakalkotó elmélete is csupán annyit jelentett, hogy a Világegyetemre vonatkozó korábbi spekulációkat egy logikusabb, egyszerűbb elképzelés váltotta fel. *Kopernikusz* ugyanis még semmiféle bizonyítékokat nem tudott felsorakoztatni heliocentrikus világképének igazolására.

Galilei óta vált a csillagászatban is mindinkább uralkodóvá az az igény, hogy világképünknek mérhető fizikai mennyiségeken kell alapulnia. Megkezdődött a csillagászatnak a fizikával való mind szorosabb összefonódása, előbb a mechanikával, majd sorra a fizika többi ágaival, így korunkban az atomfizikával és az elemi részecskék fizikájával is. Ezáltal vált a csillagászat a világ megismerésének nélkülözhetetlen tudományává.

Egyrészt arról van szó, hogy a fizika törvényeit alkalmazzák a csillagászatban a Világegyetem jelenségeinek magyarázatára. Másrészt az ily módon nyert új ismereteket, összefüggéseket, törvényszerűségeket felhasználják a fizikában, ezek ösztönzőleg hatnak a fizikai kutatásokra.

A fizikának legtöbb törvénye, úgynevezett egyedi törvény, vagyis ezek csak a jelenségek egy meghatározott körén belül érvényesülnek. Ezeket alkalmazni lehet a Világegyetemben található hasonló jelenségek vizsgálatára. Ilyen egyedi törvények például a hősugárzás törvényei.

Ezek felhasználásával határozták meg a Nap és a csillagok légkörének hőmérsékletét.

Vannak azután a fizikában olyan törvények, melyek nem a jelenségek egyik vagy másik csoportjára, hanem a jelenségek széles körére érvényesek, vagy éppen általános érvényűek. Ezek: a fizika megmaradási tételei. A megmaradási tételek ezért igen nagy jelentőségűek a Világegyetem megismerése szempontjából. Ezen általános törvényeknek a Világegyetemre alkalmazásával lehet feltárni egyfelől a Világegyetem azon legegységesebb, legalapvetőbb sajátságait, melyek világképünk pillérei. Másfelől az elméleti kutatás e tételeket használja fel új következtetések vezérfonalául. Végül nem kevésbé fontos a megmaradási tételek heurisztikus jellege, vagyis gyakran előfordul, hogy megfigyelési adatoknak e tételek valamelyikével való összeegyeztetése új ismeretek forrását nyitja meg.

Galilei ismerte fel először a mozgó anyag egyik megmaradó tulajdonságát, éspedig azt, hogy a sebesség megmarad, a testek megőrzik sebességüket. Az erő nem sebességfenntartó, hanem sebesség változtató szerepének kimondásával megdöntötte az antik fizikának azt az állítását, hogy a testek természetes állapota a nyugalom, amelybe a testek visszatérnek, ha az erő nem hat, a mozgás megszűnik. Galilei tehetetlenségi törvénye értelmében a nyugalom és az egyenesvonalú egyenletes mozgás viszonylagos, az egyenesvonalú egyenletes mozgáshoz sincs szükség erőhatásra, a test ha mozgásba jött, magától mozog tovább. Ahogy a nyugalomban levő test magától nem tud elindulni, a mozgó test éppenígy nem tud magától megállni sem.

A törvény elnevezése nem éppen szerencsés, mert a „tehetetlenség” azt a régi elképzelést társítja, mely szerint az anyag tehetetlen, holt tömeg, amelynek mozgatásához valamilyen állandóan ható mozgató erőre van szükség. Holott ez a törvény utal az anyag öntevékenységre is, arra, hogy az anyag magától mozog.

Még világosabbá válik ez, ha a tehetetlenség törvényét abban a formában vizsgáljuk, ahogyan helyet kapott a fizika megmaradási tételei között, nevezetesen az impulzustételben. A mechanika fejlődésével a mozgásállapot jellemzőjét a mozgásmennyiségben, vagy impulzusban találták meg, melynek számszerű értéke a tömeg és sebesség szorzata. A mozgásmennyiség megmaradó tulajdonság. Mozgásmennyiség nem keletkezhet a semmiből és nem is tűnhet el. A testek kölcsönhatásakor az összipulzus változatlan marad.

Ez az impulzus-tétel foglalja magába a tehetetlenség törvényét is. A nyugalomban levő test magától azért nem indulhat el, mert ehhez mozgásmennyiséget kellene kapnia. A mozgó test viszont csak akkor tud megállni, ha valaminek átadhatja mozgásmennyiségét.

Az impulzustétel tárgytalanná tette nemcsak azt a kérdést, hogy mi mozgatja az égitesteket, hanem azt is, hogy mi indította el az égitestek mozgását. Newton még feltételezte, hogy a bolygók valamikor nyugalomban voltak és valamilyen természetfeletti erőhatástól származik pályáérintő menti sebességük. De a nyugalomban levő test csak mozgásmennyiséget kapva indulhat el. Amitől pedig mozgásmennyiséget kaphat, az nem lehet anyagon kívüli tényező, mert a mozgásmennyiség éppen a mozgó anyag egyik jellemzője. Valamely anyagi rendszer mozgásmennyiséget tehát csakis egy másik anyagi rendszertől kaphat. A mozgásmennyiség megmaradása pedig biztosítja a kölcsönhatások örökös voltát. A Világegyetem anyagon kívüli mozgatójának, vagy mozgásba hozójának feltételezése ellentmondásban van a mechanika egyik alaptételével. Az égitestek történetét vizsgáló kozmogónia tudományának összhangban kell lennie az impulzustétellel.

Az impulzusnyomaték megmaradásának tétele és a kozmogónia

A kozmogónia problematikája: a mozgó anyag milyen más formájából alakultak ki az égitestek jelenlegi rendszerei. S amíg az egyenesvonalú, egyenletes mozgás nem tételezi anyagi rendszerek kölcsönhatását (ilyen mozgást csak a többi testtől igen nagy távolságban levő elszigetelt test végezhetne), a konkrét esetekben tapasztalható keringő és forgó mozgás kölcsönhatás következménye, melynek sajátságait a kialakulás körülményei szabják meg.

A kozmogóniai elméleteknek tehát magyarázatot kell adniok az égitestek konkrét mozgására, pl. a Naprendszer esetében a bolygók napkörüli keringésére és tengelykörüli forgására.

Keringő és forgó mozgások esetében egy másik megmaradási tétel, az impulzusnyomaték megmaradásának tétele játszik fontos szerepet. A mechanikai forgással kapcsolatos impulzusnyomatékot, vagy mozgásmennyiség nyomatékot úgy kapjuk meg, ha az impulzust szorozzuk az impulzus karjával. (Pl. a Föld keringése impulzusnyomatékának számzerű értéke: a Föld tömegének, Napkörüli keringési sebességének és Naptól való távolságának szorzata.)

Az impulzusnyomaték megmaradásának tétele értelmében zárt rendszer esetén a kölcsönhatásban résztvevő anyagi partnerek együttesében a rendszer összimpulzusnyomatéka változatlan marad. Impulzusnyomaték sem tűnhet el és nem is keletkezhet.

Az impulzusnyomaték az impulzustól független jellemzője a mozgó anyagnak. Nemcsak a mechanikai forgásnak, hanem pl. az elektromágneses örötér is rendelkezik impulzusnyomatékkal és az elemi részecskéknek impulzusnyomatékuk (spin) van olyan vonatkoztatási rendszerben is, amelyben nem végeznek keringő mozgást.

A kozmogóniai elméletek nem lehetnek ellentmondásban az impulzusnyomaték megmaradása tételével. Minden olyan kozmogóniai elméletnek, mely szerint a bolygók a Napból váltak ki, meg kell tudni magyarázni az impulzusnyomaték eloszlását a Naprendszerben azon az alapon, hogy a bolygók impulzusnyomatékukat a Naptól kapták. Ismeretes, hogy a sokáig nagy tekintélynek örvendő Laplace-féle elmélet azért dőlt meg, mert ennek a követelménynek nem tudott eleget tenni.

Ugyanezen okból vetették el a katasztrófaelméleteket is, mert a Naphoz képest elenyésző tömegű bolygók igen nagy összipulzusnyomatékát azon mechanizmus alapján sem lehetett értelmezni, hogy a bolygók anyaga egy a Napot erősen megközelítő csillag árapálykeltő hatására áramlott ki a Napból.

Az ötvenes években igen népszerű *Smidt*-elmélet sikerét nem utolsósorban azzal érte le, hogy kiküszöbölte az impulzusnyomaték eloszlása magyarázatának nehézségeit. *Smidt* szerint ugyanis a bolygók nem a Napból szakadtak ki, hanem azok anyagát a Nap kívülről, a Tejútrendszer gáz- és porfelhőiből ragadta maga köré s ezek a gáz- és portömegek a Tejútrendszer középpontjára vonatkoztatva igen nagy impulzusnyomatékkal rendelkeztek. Más kérdéseket viszont a *Smidt*-elmélet sem tudott kielégítően megoldani. Az újabb elméletek másképpen indokolják meg a Naprendszer impulzusnyomaték eloszlását, de megmaradásának tételét egyik elmélet sem mellőzheti, akár bolygók kialakulásáról, akár gáztömegek csillagokra darabolásáról van szó.

Az impulzusnyomaték megmaradása tételének kielégítése természetesen csak szükséges, de nem elégséges feltétele valamely kozmogóniai elmélet elfogadhatóságának. Még nagyon sok, a mechanikán túlmenő követelményeknek kell eleget tenniük az elméleteknek. Ezek között más megmaradási tételek is alapvetővé váltak mind a kozmogóniában, mind a csillagászat más területein.

Az energiatétel

Az impulzus-tételben és az impulzusnyomaték megmaradásának tételében egyik tényező a tömeg. Ezek a törvények tulajdonképpen a tömeg megmaradását is feltételezik, mert ha a tömeg eltűnhetne vagy keletkezhetne, akkor pl. az impulzus megmaradása nem állhatna fel.

A XVIII. században azután *Lavoisier* kísérletileg is bebizonyította a tömeg megmaradásának tételét. Kimutatta, hogy a kémiai folyamatokban a kölcsönhatásban levő partnerek össztömege változatlan marad. A mechanika egyeduralkodója idején a tömeget magával az anyaggal azonosították, a tömeg megmaradásának tételéről mint az anyag megmaradásának törvényéről beszéltek.

A fizika fejlődése során fokozatosan kialakult az energia fogalma is, melyet szemléletesen munkavégző képességnek neveznek. *Lomonoszov* korábbi sejtése után a XIX. században *Robert Mayer*, *Joule* és *Helmholtz* bizonyították be, hogy a mozgó anyagnak ez a jellemzője is megmaradó tulajdonság. Energia sem keletkezik és nem semmisül meg. Az egyes energiafajták átalakulhatnak egymásba, de összmenyiségük nem változik.

A tömeg megmaradásának és az energia megmaradásának törvénye később egy törvénné, az energia tétellé olvadt össze. A relativitás elmélet ugyanis felismerte a tömeg és energia arányosságát, elválaszthatatlan kapcsolatát. Eszerint az $E = mc^2$ képletnek megfelelően tömeghez energia, energiához tömeg tartozik. Ha a test tömeget veszít, egyben energiát is veszít, ha energiát nyer, tömeget is nyer.

Az energiatételt a csillagászatban eleinte helytelenül értelmezték. Úgy gondolták, hogy ha *Einstein* képlete szerint az m tömegű testhez mc^2 energia tartozik, akkor ezt teljes egészében ki lehet belőle venni, a tömeget át lehet alakítani energiává és viszont. Felújítván az energetizmust, a világ lényegét a nem anyagi jellegű energiában látták, az anyagot pedig „palackozott” energiának tekintették.

Ebben a koncepcióban a csillagok energiatermelését úgy értelmezték, hogy anyaguk idővel teljes egészében sugárzássá alakul át, a Világegyetem életének fő iránya, hogy az anyag sugárzássá olvad szét.

Ez az idealista szemléletű elgondolás később kétféle szempontból is helytelennek bizonyult. Először is a magyar származású Nobel-díjas fizikus, *Wigner Jenő* által felismert újabb megmaradási tétel: a nukleonszám megmaradásának tétele nem teszi lehetővé, hogy az atomok tömege teljes egészében sugárzássá alakuljon át.

Nukleon az atommagot felépítő részecskék közös neve. *Wigner Jenő* tétele értelmében az elemi részecskék között csak olyan kölcsönhatás lehetséges, melyek során a nukleonszám változatlan marad. A negatív töltésű elektron és a pozitív töltésű proton egymás elektromos töltését semlegesítve nem alakulhatnak át sugárzássá, mert ez esetben eltűnne egy nukleon szám (a protoné). Csak akkor, ha a proton antipárjával, az antiprotonnal találkozik alakulhat át a két részecske sugárzássá. Ez esetben ugyanis a nukleonszám (a protoné $+1$, az antiprotoné -1) nem változik. Bár ezt a folyamatot annihilizációnak (megsemmisülésnek) szokták nevezni, ez esetben is egészen más történik, mint az anyag sugárzássá szétolvadása, a tömeg energiává átalakulása.

A sugárzás, általában az elektromágneses erőter úgyanis fotonokból áll, mely elemi részecskék ugyan minőségileg más természetűek mint a korpuszkulák, de a fotonnak is van impulzusa, tehát tömegjellegű tulajdonsága. Az erőteret ezért nem energiának, hanem az anyag újonnan megismert megjelenési formájának kell tekinteni, mert rendelkezik mind-

azon tulajdonságokkal, melyek a mozgó anyagra jellemzőek: tömegeloszlással, energiával, impulzussal, perdülettel stb. Fotonok és korpuszculák kölcsönhatásakor a megmaradási tételek szigorúan érvényesülnek.

A megmaradási tételek korlátozatlanul érvényessége ösztönzőleg hatott új felfedezésre. A radioaktív béta-bomlásnál úgy tapasztalták, mintha nem teljesült volna az energiatétel és impulzustétel. Feltételezték ezért, hogy ilyenkor még egy ismeretlen elemi részecske is keletkezik s ez viszi magával az energia és impulzus egy részét. Az elméletileg így módon feltételezett neutrínót később kísérletileg is kimutatták. A neutrínó felfedezése a csillagászatban igen nagy jelentőségűnek bizonyult az égitestek neutrínó sugárzásának tanulmányozása szempontjából. De az anyag fogalmának a megmaradási tételekre épülő kiszélesedése sem kisebb hatással volt világgépünkre és a csillagászati kutatásokra.

A világegyetem anyaga

A mechanikára támaszkodó klasszikus anyagfogalom csak az atomos anyagra szűkült le és ebben az aspektusban a Földet anyagtalan üres tér választotta el a Világegyetemtől. Amióta tudjuk, hogy anyag a fény is, a napfény pl. átalakult Nap-anyag és éppen így anyag a csillagfény is, valamint a legkülönbébb sugárzások, felismertük a Föld és a Világegyetem anyagának szoros kapcsolatát, kölcsönhatását. A Földön végbemenő geofizikai jelenségeket csak a kölcsönhatás keretében lehet teljes egészében megérteni. Témánktól messze vezetne a kozmikus hatások igen fontos gyakorlati következményeinek kifejtése, ezáltal az anyag eddig megismert fajtáinak a Világegyetemről szerezhető információ és az elméleti kutatás szempontjából való jelentőségét vázoljuk.

Az anyagnak a Világegyetemben eddig megismert fajtái:

Atomos anyag. Ilyen anyag alkotja a Földet és a többi bolygót, a holdakat, üstökösöket, meteorokat, a kozmikus port és a nem ionizált gázt. A Földre hulló meteorok és mikrometeorok lehetővé teszik az ilyen kozmikus anyag közvetlen, laboratóriumi vizsgálatát. Az űrhajózás megvalósulásával a közvetlen kutatás kiterjed majd a Holdra és a bolygókra.

Plazma, töltött részecskék kifelé elektromosan semleges sokasága. Ilyen a Nap, a csillagok, az ionizált csillagközi gáz anyaga, a Világegyetem anyagának mintegy 99 százaléka. A Naphól kidobott plazma, a napszél áthatja a bolygóközi teret, így éri a Földet is, a plazma elméleti kutatása pedig a csillagászat és fizika kölcsönhatásának egyik fontos területe.

Semleges részecskékből anyag fotonok (rádiófrekvenciás-, hő-, infravörös, látható fény-, ultraibolya-, röntgensugárzás) és neutrínók formájában éri a Földet. Információt hoznak származási helyük fizikai és kémiai állapotáról.

Töltött részecskékből álló anyag (antirészecskék is). Ilyen a kozmikus sugárzás, továbbá a Nap és a csillagok korpuszkuláris sugárzása, a Föld magnetoszférája. A mágneses erővonalakat követik, nem származásuk helyéről, hanem a Világegyetem fizikai folyamatairól hoznak hírt.

Elméletileg lehetséges anyagfajták:

Elemi részecskékből álló égitestek, pl. neutronokból álló vagy szuper-sűrű hiperon-maggal rendelkező égitestek.

Antiatomok, ezekből felépült égitestek, csillagok, galaxisok stb.

Epiplazma. Részecskék és antirészecskék olyan keveréke, melyben az ott uralkodó sajátos fizikai körülmények gátolják az annihilizációt. Egyes elméletek szerint a nagy tömegű szupernóvák magja a robbanás előtt ilyen epiplazmát tartalmaz.

A tapasztalatnak kell megerősítenie, hogy az elméletileg lehetséges anyagfajták valóban léteznek-e, de az energiatétel, vagy legáltalánosabb megfogalmazásban az anyag megmaradásának tétele természetesen nem az egyes anyagfajtákon belül, hanem az összes létező anyagfajták vonatkozásában érvényesül. Éppen ez jellemzi a modern kozmogóniai kutatások új irányvonalát.

Új utak a modern kozmogóniában

A modern kozmogónia egyik jellemző vonása, hogy a spekulatív feltevések helyett inkább a megfigyelhető adatok alapján próbálja az égitestek kialakulásának és fejlődésének általános törvényszerűségeit megközelíteni. Újabban azonban az elméleti kutatás oldaláról merült fel az empirikus kozmogónia bizonyos eddig általánosan elfogadott koncepciója revíziójának igénye. A csillagok kialakulását ugyanis főképpen a csillagközi gáz és por összeállásából származtatták, amit az a megfigyelés támasztott alá, hogy egyrészt több esetben kimutatható volt a fiatal csillagok kapcsolata a gázködökkel, másrészt az empiria útján mind ez ideig a gáz- és porködökn kívül nem ismertünk meg a Világegyetemben olyan anyagot, mely alapanyaga lehetne a kialakuló csillagoknak. Arra vonatkozólag azonban, hogy hogyan jönnek létre a gázködökből a csillagok, sem ténybeli tapasztalataink nincsenek, sem olyan elmélet, mely a folyamat mechanizmusát kielégítően le tudná írni.

Az elméleti kutatás ezért joggal mutat rá arra, hogy bár a Világegyetem folyamatainak kétségtávol egyik oldala az atomos anyagnak más formájú atomos anyaggá átalakulása, de ez az átalakulás csupán egyike a lehetséges átalakulásoknak. A Világegyetemen anyagáról birtokunkba jutott információt legnagyobb részben a színeképelemzés útján szereztük, ez pedig csak az atomos anyagról tudósít. A fő megfigyelési módszer mellett szerepet játszik az a körülmény is, hogy egy másik megmaradási

tétel: az elektromos töltés megmaradásának tétele biztosítja a proton, neutron és az elektron stabilitását és az ezekből álló atomok lettek az égitestek fő építőkövei. De ez nem jelenti azt, hogy a proton, neutron és elektron végső építőkövek lennének és ne származnának az anyag egy más formájából. Érthető, hogy a kozmogónia figyelme is elsősorban az atomos anyagra irányult, de nagyon valószínű, hogy az égitestek kialakulásának vizsgálata az anyag különféle formái egymásba alakulásának sokkal szélesebb körű tanulmányozását igényli. Megvan a létjogosultsága *Ambarcumján* elgondolásának is, mely szerint mind a csillagok, mind a csillagközi gáz valamilyen szupersűrű nem atomos anyag lebomlásának termékei.

A galaxismagokban megfigyelhető jelenségek máris olyan folyamatokra utalnak, melyek nem magyarázhatók sem az atomos anyag, sem a plazma átalakulásaival. A felszabaduló energia, tehát ismét az energia-tétel az az iránytű, mely ilyen folyamatok lehetőségére mutat és e tétel szolgálhat alapul a széles körű, az anyag sokoldalú átalakulását figyelembe vevő újabb kozmogóniai kutatások számára.

Kozmológiai problémák

Az elméleti csillagászat igen sok erőfeszítéssel próbálja részben tapasztalati törvényszerűségek extrapolálásával, részben bizonyos princípiumokból kiindulva a Világegyetem szerkezete legáltalánosabb jellegzetességeit megközelíteni.

Az ilyen kozmológiai kutatások módszertanilag is sok nehézséggel járnak. A környezetünkben tapasztalható egyedi természeti törvények érvényességének a Világegyetem igen nagy tartományaira, vagy éppen-séggel az egész Világegyetemre kiterjesztése rendkívüli óvatosságot igényel. Amint a klasszikus mechanikát nem lehetett alkalmazni a mikrofizikában, a megakozmoszban is elérkezhetünk olyan nagy méretekhez, amelyekben túl már új kölcsönhatási formák válnak uralkodóvá. De még azzal is számolni kell, hogy a természet különböző, a tanulmányozott rendszerek méretei által meghatározott fokain ugyanaz a kölcsönhatás más következményekkel jár. A Naprendszerben például a gravitációs kölcsönhatás uralkodik. A sokkal kisebb méretű földi testek gravitációs kölcsönhatása azonban már csak finom műszerekkel mutatható ki és a tömeg csökkenésével egyre inkább alárendeltebb szerepet játszik pl. a molekuláris kohéziós erőkkel, vagy az atomokat felépítő részecskék közti sajátos kölcsönhatással szemben.

Többek között *B. A. Voroncov-Veljaminov* mutatott rá arra, hogy a hatalmas csillagrendszerek világában is a tömegvonzás mellett a kölcsönhatások minőségileg más formái léphetnek előtérbe. Szerinte egyes gala-

xisoknál megfigyelhető anyagkiáramlások, csóvák, az egymással kölcsönhatásban levő galaxisoknál megfigyelhető jelenségek gravitációs árapályhatással megmagyarázhatatlanok.

Nehézségbe ütközik tehát már az is, hogy a Világegyetem eddig tanulmányozott tartományának legeggyetemesebb sajátosságait a gravitációs törvény alapján írjuk le. Az egész Világegyetemre kiterjesztése pedig elvileg is megengedhetetlen. Ez ugyan már főként filozófiai probléma, mert a természettudomány Galilei azon kritériumához ragaszkodva, hogy világképünket mérhető fizikai mennyiségekre kell alapoznunk, nem tehet kijelentéseket az anyagi világnak a Világegyetem eddig megismert részén kívüli más formáiról. A csillagászatban Világegyetem alatt mindig az anyagi világnak eddig megismert részét értik, amit filozófiai szóhasználatnál csillagászati Világegyetemnek is szokás nevezni, ami arra utal, hogy távolról sem meríti ki az anyagi világ teljességét.

A kozmológusok által kidolgozott világmodellek csupán a csillagászati világegyetem, vagyis tágabb kozmikus környezetünk leírására tesznek kísérletet. Vizsgálják, hogy elméletileg milyen modellek lehetségesek. Elvileg megfigyelés útján el lehetne dönteni, hogy a lehetséges modellek közül melyik felel meg a valóságnak. E módszerek alkalmazásához azonban még finomítani kell a megfigyelési technikát. A kozmológia jelenlegi programja tehát az elméleti kutatás továbbfejlesztése.

Fentebb vázoltuk, hogy eközben számolni kell a természeti törvények extrapolációja térbeli korlátainak lehetőségeivel. Az időben változó, dinamikus modellek esetében ehhez még az időbeli korlát is járul. A természeti törvények ugyanis nem az anyagtól függetlenül léteznek, reális létük az anyagi jelenségeik összefüggéseiben nyilvánul meg. A jelenségek megváltozásával így változáson mennek át maguk a természeti törvények is. Ezzel a lehetőséggel számol pl. *Dirac* a gravitáció időbeni csökkentéséről szóló elméletében. Nem könnyű tehát megtalálni azt a természeti törvényt, mely alapja lehetne a több milliárd fényév sugarú csillagászati világegyetem több milliárd éven át tartó legfőbb folyamatainak.

Egyetlenegy természeti törvénynek, az energiatételnek nincsenek tér és időbeli korlátai. Ez a törvény ugyanis, melyet általánosabb fogalmazásban az anyag megmaradása törvényének nevezhetünk, nem az időben változó jelenségeknek a méretektől függő minőségű összefüggéseit tükrözi, hanem magának az anyagnak, a bárhol, bármikor és bármilyen formában létező anyagnak a természetét. Bár az energiatétel a legáltalánosabb, egyetemességénél fogva nem alkalmas arra, hogy ennek segítségével találjunk rá a Világegyetemben lejátszódó konkrét folyamatokra, mégis alapvető fontosságú a kozmológiai kutatásban, mert jogosulatlan minden olyan folyamat feltételezése, mely ellentmondásban van az energiatétellel, vagy annak revízióját, illetve korlátozását kísérel meg.

Így például a relativitáselmélet alapján kidolgozott világmodelleknek a materialista filozófia által gyakorolt kritikáját természettudományos nézőpontból az energiatétel alapozza meg. A világmodellek egy része ugyanis a csillagászati Világegyetemet térben és időben végesnek írja le. Mint említettük, tapasztalati úton még nem lehet eldönteni, hogy az ilyen típusú modelleknek van-e köztük a reális Világegyetemhez, de mint lehetőséget felhasználták az anyagi világ kezdete és vége fideista posztulátumának valószínűsítésére.

A filozófiai materializmus szempontjából azonban nyilvánvaló, hogy ezek a világmodellek nem az egész, térben és időben végtelen anyagi világot, hanem annak csak egy részét, megfigyeléseink hatókörébe eső véges tartományát írhatják be. Minden konkrétan létező véges rendszernek pedig az időben is csak véges léte lehet. Valamikor kialakult az anyag egy más formájából és idővel átalakul az anyag egy ismét más formájává.

Természettudományos nézőpontból viszont a Világegyetem egzisztenciájának végtelen voltát az energiatétel biztosítja. E törvény értelmében nyilvánvaló, hogy ha a Világegyetem általunk eddig tanulmányozott része történetének megvolt a maga kezdete, de ezt nem a semmiből teremtdés előzte meg, hanem az anyag egy más formájából történő kialakulás.

E tény nemcsak világnézeti szempontból nagy horderejű, hanem ösztönző hatású a kozmológiai kutatásokra is. Feladatává teszi ugyanis a kutatásnak, hogy szélesebb körben vizsgálja az anyag megjelenési formáit és ezek átalakulási lehetőségeit és ezáltal közelítse meg az anyagnak azt az állapotát is, melyből a jelenleg megfigyelhető Világegyetem kialakult. Ennek ismerete pedig nagy mértékben hozzájárulna a csillagászati Világegyetem szerkezete legáltalánosabb jellegzetességeinek megközelítéséhez.

Az energiatétel másik fontos szerepe, hogy kiszűri a tovább nem fejleszthető kozmológiai koncepciókat. Ilyen például *Holye*, *Bondi*, *Gold* és más szerzők „folytonos teremtdés” elmélete, mely szerint a Világegyetemben a „perfekt kozmológiai elv” érvényesül, vagyis a Világegyetem anyageloszlása mindenütt és minden időben ugyanolyan. Az expanzió következtében beállott anyagvesztéséget az kompenzálja, hogy milliárd évenként minden köbdeciméternyi térfogatú térben egy hidrogénatom keletkezik a semmiből.

Attól eltekintve, hogy a csillagászati világegyetem megfigyelhető expanziója nem jelenti azt, hogy az expanzió az egész Világegyetemet, létének teljes időtartama alatt átfogja, az energiatétel kizárja hidrogénatomok semmiből keletkezésének lehetőségét. A Világegyetem hidrogénkészletének eredetét, és a hidrogén atommagnak nehezebb atommagokká

felépülése következtében elhasználódott hidrogén pótlását nem ilyen fantasztikus elképzelések tisztázzák, hanem a tudomány módszereivel kell megállapítani, hogy a hidrogénatomok az anyagnak milyen más megjelenési formájából keletkeznek és milyen folyamat regenerálja a Világegyetemben az elhasználódott hidrogént. A mérész elméletek is gyakran előbbre viszik a tudományt, de a megmaradási tételek ellenőrző szerepének kell biztosítania, hogy a csillagászat le ne térjen a tudomány útjáról

KULIN GYÖRGY:

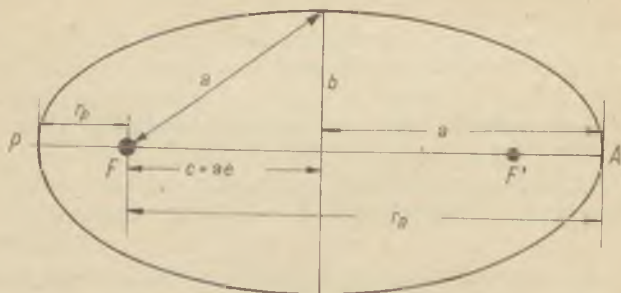
ÚRHAJÓZÁSI, ÉGIMECHANIKAI FELADATMEGOLDÁSOK A KÖZÉPISKOLÁBAN

A középiskolai fizika oktatása számos vonatkozásban vonzóvá tehető égimechanikai és aktuális űrhajózási feladatok megoldásával.

1. Az ellipszispálya jellemzői

Az ellipszispályát hat adat jellemzi, ezeket pályaelemeknek nevezzük. Közülük kettő meghatározza az ellipszispálya méretét és alakját, a többi négy a pálya térbeli helyzetére vonatkozik.

Az ellipszis gyújtópontjában levő égitest legkisebb távolságát a Föld esetében *perigeumnak*, a Nap esetében *perihéliumnak*, kettőscsillag



27. ábra

esetében *periasztronnak* nevezzük. Az ábrából leolvasható távolpont neve ezeknek megfelelően *apogeum*, *afélium* és *apasztron*.

A pálya méretét meghatározó két adat:

az ellipszis fél nagytengelye $= a$

numerikus excentricitás $c/a = e$

A közelpontot általában r_p -vel, a távolpontot r_a -val jelölve a rajzból kiolvasható módon:

$$r_p = a - ae = a(1 - e)$$

$$r_a = a + ae = a(1 + e)$$

Innen két bármely adat ismeretében a másik kettő kiszámítható.

Példa

Egy mesterséges égitest legkisebb felszíni távolsága 286 km, legnagyobb távolsága 558 km. Mennyi az ellipszispálya fél nagy tengelye és excentricitása? (A Föld sugara $R = 6378$ km)

$$r_p = 6378 + 286 = 6664 \text{ km} = a - ae$$

$$r_a = 6378 + 558 = 6936 \text{ km} = a + ae$$

A két egyenlet összeadásával $2a = 13\,600$ km, ebből $a = 6800$ km. Ha pedig a második egyenletből az első kivonjuk és azt osztjuk a két egyenlet összegével:

$$e = \frac{r_p - r_a}{r_p + r_a} = \frac{6936 - 6664}{6936 + 6664} = \frac{272}{13\,600} = 0,02$$

Feladatok

1. Egy mesterséges hold földközelpontja a felszíntől 250 km, a pálya excentricitása 0,01. Mennyi az ellipszis fél nagy tengelye és az apogeum-távolság (Megoldás: 6695 km, 6762 km.)

2. A földpálya fél nagy tengelye $a = 149,6$ millió km. Excentricitása 0,0167. Mennyi a legnagyobb és legkisebb naptávolság különbsége? (Megoldás: 5 millió km.)

3. Az Icarus kisbolygó pályájának fél nagy tengelye 1,078 csillagászati egység. (Egy csill. egys. 149,6 millió km) Az Icarus excentricitása 0,83. Mennyi e kisbolygó perihéliuma? (Megoldás: 27 millió km.)

2. Pályabeli és kozmikus sebességek

A kör, ellipszis, parabola és hiperbola (kúpszelet) pályákra egyaránt érvényes sebességképlet:

$$v = \sqrt{k \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

Itt $k = f \cdot M$, vagyis az univerzális vonzásállandó és a központi égitest tömegének szorzata. $f = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{g}^{-1} \text{ sec}^{-2}$

Föld tömege $M = 5,975 \cdot 10^{27} \text{ g}$ (kerekén $6 \cdot 10^{27} \text{ g}$)

Ezek alapján k értéke a Földre $k = 4 \cdot 10^{20} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-2}$ r jelenti a vezérsugarat, a keringő test pillanatnyi távolságát, a jelenti az ellipszis fél nagy tengelyét.

Kör esetében $r = a$ és így $v = \sqrt{\frac{k}{r}}$

Példa

Mennyi a Hold távolságában keringő mesterséges hold sebessége?
 $r = 384\,000 \text{ km} = 3,84 \cdot 10^{10} \text{ cm}$

$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{20}}{3,84 \cdot 10^{10}}} = 1,02 \text{ km/sec}$$

Feladatok

1. Mennyi annak a mesterséges holdnak sebessége, amely a Föld felszíne fölött $h = 1200 \text{ km}$ magasságban körpályán kering? (Figyeljünk arra, hogy $r = R + h$) (Megoldás: 7,26 km/sec).

2. Milyen sebesen mozog a Naptól 40 csillagászati egység távolságban körpályán keringő test? (A Napra $k = 1,33 \cdot 10^{26} \text{ CGS egység}$) (Megoldás 4,7 km/sec).

Az első kozmikus sebesség

A Föld felszínére vonatkoztatott körsebességet nevezzük I. kozmikus sebességnek. Képletünkbe tehát r helyébe R teendő.

$$v_1 = \sqrt{\frac{k}{R}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{20}}{6,38 \cdot 10^8}} = 7,9 \text{ km/sec}$$

A vízszintes hajtás pályája nem parabola.

Középiskolában szépen levezetjük, hogy a vízszintes vagy ferde hajtás esetén a pálya alakja parabola. A valóság az, hogy ha a testet 7,9 km/sec-nál kisebb sebességgel hajtjuk el vízszintesen, a pálya alakja olyan ellipszis lesz, amelynek a hajtási pont az apogeumpontja. Az ellentmondás feloldására említjük meg, hogy a parabola pálya számításában állandó g -vel számoltunk, márpedig g értéke a magassággal folyton változik. A megoldás tehát csak közelítésnek tekinthető.

Elliptikus sebességek

Ha a Föld felszínével párhuzamosan a hajtási sebesség 7,9 km/sec-nál nagyobb, de 11,18 km/sec-nál kisebb, úgy minden esetben olyan ellipszispálya jön létre, amelynek a hajtási pont a perigeumpontja. Az ellipszis másik oldala annál jobban távolodik el a Földtől, minél inkább megközelítjük a 11,18 km/sec értéket.

Példa

Milyen sebességgel kell indítanunk egy mesterséges égitestet, hogy a pálya apogeuma a Hold távolságában legyen? Az indítás a Föld felszínén, R távolságban történik.

$$\text{Kerekítve } R = 6400 \text{ km} \quad a = \frac{384\,400 + 6400}{2} = 195\,400 \text{ km}$$

$$v = \sqrt{k \left(\frac{2}{R} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{4 \cdot 10^{20} \left(\frac{2}{6,4 \cdot 10^8} - \frac{1}{1,954 \cdot 10^{10}} \right)} = 11,12 \text{ km/sec.}$$

Belátjuk, hogy ha a sebességet egészen kevészel növelnénk, a test már a végtelenbe távoznék (Lásd parabolikus sebesség).

Feladatok

Mutassuk meg, hogy a pálya perigeumához és apogeumához tartozó sebességek fordítva arányosak a hozzájuk tartozó távolságokkal. A sebességképletbe r helyébe egyszer $a(1-e)$ másodszor $a(1+e)$ teendő.

$$\frac{v_p}{v_a} = \frac{r_a}{r_p}$$

Érdemes rámutatni, hogy ugyanaz egyszerűen belátható az impulzus nyomatéktétel alapján, mely szerint a pálya mentén a tömeg, a távolság és a reá merőleges sebességkomponens szorzata állandó.

$$m r_p v_p = m r_a v_a$$

A perigeumban és apogeumban a sebesség a rádiuszvektorra merőleges.

2. Mennyi az Icarus bolygó perihéliumsebessége? Adatokat lásd előbb, k értéke a Napra $1,33 \cdot 10^{20}$ CGS egység (Megoldás: $v = 95 \text{ km/sec.}$)

Második kozmikus sebesség.

Parabola esetén $a = \text{végtelen}$ és így $1/a = 0$
a parabolikus sebesség:

$$v_{\text{par}} = \sqrt{\frac{2k}{r}}$$

Ha a parabolikus sebességet a Föld felszínére ($r = R$) vonatkoztatjuk a szokási, vagy II. kozmikus sebesség fogalmához jutunk.

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2k}{R}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{20}}{6,38 \cdot 10^8}} = \sqrt{2 \cdot v_1} = 11,18 \text{ km/sec}$$

A II. kozmikus sebesség tehát közvetlenül úgy számítható az I. kozmikus sebességből, hogy azt megszorozzuk 2 négyzetgyökével, azaz $1,414$ -gyel. $7,9 \cdot 1,414 = 11,18$ km/sec.

A szökési, vagy II. kozmikus sebesség fizikai jelentése az, hogy az ilyen sebességgel indított test a végtelenbe távozik és ott sebessége zéróvá lesz. Ennek megfelelően, a végtelenben nyugalomban levő test a Föld fölé szabadon esve a felszínre a szökési sebességgel, azaz $11,18$ km/sec-mal érkezik.

Feladat

Mennyi a Hold felszínére vonatkoztatott I. és II. kozmikus sebesség, ha a Hold sugara 1735 km és k értéke a Holdra $4,9 \cdot 10^{18}$ CGS egység. (Megoldás: $1,68$ és $2,38$ km/sec).

Mennyi a Napra vonatkoztatott szökési sebesség a Nap felszínére és a Föld távolságára vonatkoztatva? A Nap sugara 696000 km, $k = 1,33 \cdot 10^{28}$ CGS egység, Föld távolsága kerekén 150 millió km. (Megoldás 618 km/sec és $42,1$ km/sec).

A hiperbolikus sebesség

Hiperbola esetén a értéke negatív. Hiperbolikus minden olyan sebesség, mely a Föld felszínére vonatkoztatva $11,18$ km/sec-nál nagyobb. Fizikai értelme, hogy a hiperbolikus sebességgel indított test sebessége a végtelenben sem válik zéróvá, hanem egy része, a maradéksebesség állandó marad. Másképpen: a végtelenből adott sebességgel a Föld felé indított test hiperbolikus sebességgel érkezik a Föld felszínére. Ha a kezdősebesség bármily kis értékkel nagyobb zérónál, az érkezési sebesség nagyobb lesz a szökési sebességnél.

A maradéksebesség számítása

A Föld felszínéről indított test azzal az energiával gazdálkodik, amit az indítás mozgási energiája képvisel. A parabolikus sebességgel indított test mozgási energiája a végtelenben zéróvá lesz, a hiperbolikus sebességgel indított testnek a megmaradó sebességhez tartozó mozgási energiája marad.

Ezzel a megfontolással felírhatjuk, hogy a hiperbolikus sebességhez tartozó energia és a parabolikus sebességhez tartozó indítási energia éppen a maradéksebességhez tartozó mozgási energiával lesz egyenlő

$$E_{\text{ind. hip.}} - E_{\text{ind. par.}} = E_{\text{kin. mar.}}$$

1 gr tömegre számolva és a nevezőben levő 2-est elhagyva

$$\sqrt{v_{\text{hip}}^2 - v_{\text{par}}^2} = v_{\text{maradék}}$$

Példa

Mennyi a maradéksebessége 13 km/sec hiperbolikus sebességnek?

$$v_{\text{par}}^2 = 125 \quad v_{\text{hip}}^2 = 169$$

$$v_{\text{mar}} = \sqrt{44} = 6,62 \text{ km/sec}$$

A 13 km/sec sebességgel kilőtt test is függetlenül attól, hogy ilyen sebességgel indul, közben állandóan esik a Föld felé a gravitáció miatt és amíg a test a végtelenig jut 6,62 km/sec marad belőle.

Feladat

Mennyi a maradéksebessége 11,3, 11,5, 12, 20 és 100 km/sec hiperbolikus sebességeknek? (Megoldás: 1,6, 2,7, 4,4, 16,6 és 99,4 km/sec). Minél nagyobb tehát a hiperbolikus sebesség, annál több marad meg belőle a gravitációs fékezés után.

A harmadik kozmikus sebesség

Azt a sebességet nevezzük így, amellyel egy test a Földről elindítva elhagyja a Naprendszert. Már számítottuk, hogy a Föld távolságában a szokási sebesség 42,1 km/sec. A Föld magával visz 29,8 km/sec sebességet. Ha tehát a testet a pályamozgás irányában indítjuk, olyan sebességgel kell indítani a testet, hogy annak maradéksebessége a 29,8-cal kiadja a 42,1 km/sec értéket, tehát a maradéksebességnek 12,3 km/sec-nak kell lenni.

Az előbbieket alapján átrendezéssel:

$$v_{\text{hip}} = \sqrt{v_{\text{II}}^2 + 12,3^2} = \sqrt{125 + 151,3} = 16,6 \text{ km/sec.}$$

A testet tehát 16,6 km/sec sebességgel kell indítani a Föld pályamozgásának irányában, hogy a megmaradó 12,3 km/sec a magával vitt Föld sebességgel, 29,8 km/sec-mal kiadja a 42,1 km/sec-ot.

3. A potenciális energidval megoldható feladatok

A gravitációs potenciálnak igen egyszerű a kifejezése

$$V = -\frac{k}{r}$$

Ha a test egy v_1 potenciálú helyről egy v_2 potenciálú helyre kerül, a két potenciál különbsége azzal a munkával egyenlő, amit a testnek a gravi-

táció s tér ellenében végezni kell, vagy a testen a gravitáció végez, hogy egyik helyről a másikra juthasson.

A Föld felszínéről elindított test a kapott mozgási energiával a nehézségi erőter ellenében munkát végez, ennek értéke:

$$L = V_1 - V_2 = k \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

Példa

Oldjuk meg azt a feladatot, hogy a Föld felszínéről az I. kozmikus sebességgel függőlegesen felfele kilőtt test milyen magasságig ér?

Ez a feladat azért lesz tanulságos, mert a tanulóban sok bizonytalanságot felold. A függőleges hajítás keretében úgy tanítjuk, hogy a sebesség és a magasság között $v^2 = 2gh$ az összefüggés. Ha így számolnánk, azt kapnánk, hogy a test 3190 km magasságig, azaz a Föld sugarának feléig emelkednék. Azonban a $2gh$ képlet nem alkalmazható, mert g értéke a magassággal csökken és ott már kevesebb energiát kell legyőzni a mozgó testnek.

Ugyanígy, de még nagyobb ellentmondást okozna az, hogy a $v^2 = 2gh$ -val számolva, a fény sebességével kilőtt test csak fél fényév távolságig jutna el, holott már a 11,2 km/sec sebességgel kilőtt test is a végtelenbe távozik.

Oldjuk meg tehát a feladatot az energiák megfontolásával. Az első kozmikus sebesség értéke $\sqrt{\frac{k}{R}}$ a vele kölcsönzött mozgási energia $\frac{k}{2R}$ lesz. A test r távolságig emelkedik, ott megáll. Amíg odáig feljutott, a nehézségi erő ellenében végzett munkája $L = k \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$

Ez pedig éppen annyi, mint a befektetett mozgási energia.

$$\frac{k}{2R} = \frac{k}{R} - \frac{k}{r}$$

ebből az ismeretlen $r = 2R$, tehát a test a Föld középpontjától $2R$, a felszíntől R távolságig emelkedik, pontosan a Föld sugarának értékéig, a felszíntől 6378 km magasságra.

Mutassuk ki ilyen módon, hogy a szökési sebességgel indított test valóban a végtelenbe távozik, vagyis $r = \infty$. Ezzel az eljárással egy adott sebességgel indított testről adott távolságban meg tudjuk állapítani pillanatnyi sebességét, illetve mozgási energiáját.

Feladat

A Föld felszínéről 12 km/sec sebességgel űrhajót indítunk a Hold felé. 100 000 km távolságban mennyi lesz a magára hagyott test sebessége? (Megoldás: 5,2 km/sec).

És milyen sebességgel érkezik a Hold távolságába, ha a Hold gyorsító erejét nem vesszük tekintetbe? (Megoldás: 4,6 km/sec).

4. Mesterséges égitestek keringésideje

Az a sugarú körpályán, vagy az a félnagy tengelyű ellipszispályán a keringésidő!

$$T = \frac{2\pi a^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{k}}$$

Feladat

Mennyi a Föld felszínén keringő mesterséges hold keringésideje? (Megoldás: 5064 sec = 86,4 perc).

Ez a megoldás elméleti jellegű, mert a légkör miatt egyetlen keringést sem végezhetne egy mesterséges hold közvetlenül a Föld felszíne fölött.

Feladat

Mennyi a keringésideje az 1000 km felszíni magasságban keringő mesterséges holdnak? Itt az 1000 km a körpálya sugarát, vagy az ellipszis fél nagy tengelyét jelenti, ha hozzáadjuk a Föld sugarát, tehát $a = 6378 + 1000$, kerekén véve 7400 km-rel számolunk. (Megoldás: 104,7 perc).

Feladat

Mutassuk ki, hogyha egy égitest sűrűsége ugyanannyi, mint a Földé, azaz 5,52, akkor akármilyen méretű lehet az égitest a közvetlenül a felszínén körpályán keringő test keringésideje mindig ugyanúgy 86,4 perc lesz, mint a Föld esetében. Mutassuk ki, hogy ha a test a felszínen kering, a középponttól sugár távolságra, akkor a keringésidő csupán a sűrűség gyökének reciprok értékétől függ.

Feladat

A Föld csillagidőben 24 óra azaz 86400 csillagidő másodperc alatt végez egy tengelyforgást, ami 86 164 közönséges másodpercrek felel meg. Milyen magasan kell keringeni az Egyenlítő fölött egy testnek,

hogy ugyanennyi idő alatt keringve szinkron holddá válják, azaz az egyenlítő egy pontjáról nézve mindig a zenitben látható legyen? (Megoldás: A középponttól 42,200, a felszíntől 35 800 km magasságban).

*

A bolygópályák adatainak birtokában kimeríthetetlen lehetőség nyílik égitestmechanikai feladatok megoldására és gyakorlására.

BALÁZS BÉLA:

A CSILLAGÁSZATI FOTOGRAFIKUS FOTOMETRIA ALAPVETŐ PROBLÉMÁI

Bár az utóbbi 10—15 évben a fotoelektromos technika — nagyobb érzékenysége és pontossága következtében — jelentős területeket hódított meg, a csillagászati fotometria nagy része még mindig fotografikus módszereket használ. Ez a fotolemez „panoráma” tulajdonságának köszönhető. A fényképlemez azon képessége, hogy egyidejűleg nagyszámú objektumot vegyen fel, igen jó hatásfokúvá teszi használatát, különösen akkor, ha nem követeljük meg az elérhető legnagyobb pontosságot. A fotografikus módszerek bevezetése — különösen a stellárstatistikában — jelentősen lecsökkentette azt az időt, melyre egy kitűzött programnál a teleszkópot igénybe kellett venni. Ez egyúttal függetlenebbé tette a megfigyelés sorozatokat az időjárás szeszélyeitől.

A fényképészeti módszereknek sajnos hátrányai is vannak. A fotografikus fotometria alapelve, hogy egyenlő fényintenzitások azonos „körülmények” között egyenlő fotoeffektust okoznak. A „körülmények”-ben nemcsak az emulzió, az exponáló fény spektrális energiaeloszlása, az expozíciós idő és az előhívás módja; hanem a lemez expozíció előtti és utáni kezelése, az optikai kép mérete és struktúrája, az expozíciós idő alatti hőmérséklet és légnedvesség stb. is benne van. A befolyásoló tényezők megfelelő kontroll alatt tartásának, illetőleg a változások figyelembevételének nehézsége miatt a magnitúdoscálák meghatározása, illetőleg magnitúdósorozatok átvitele az égbolt egyik részéről a másikra, fotografikus módszerrel csak igen nagy óvatossággal végezhető. Innen ered a fotografikus fotometria sajátos ellentmondása. A fényképlemez panoráma tulajdonságát egyrészt nagylátószögű teleszkópokkal (pl. *Schmidt*-típusúakkal) használhatjuk ki a legelőnyösebben, másrészt ezeknél olyan ún. mezőhibákra számíthatunk, melyek nem az optikai rendszertől erednek, helyről-helyre, sőt lemeztől-lemezre változnak és csak pontatlanul kontrollálhatók. E mezőhibák egyidejűleg (ogy lemezre) felvett csillagok fényességének összehasonlításánál is fellépnek, és főbb okaik a következők:

1. Az emulzió érzékenysége helyről-helyre változik.
2. Az emulzió nem fekszik pontosan a fókuszfelületben.
3. Az emulzió öregedéséből származó fátyol nem egyenletes.
4. Az előhívó hatása nem mindenütt egyforma.
5. A tükör ezüst- vagy alumíniumrétege nem homogén.
6. A fotolemez vagy az esetleg használt színszűrő üveg nem egyforma vastag.
7. Kozmikus ködökkel fedett háttér ill. állatövi fény zavaró hatása.
8. Differenciális extinkció.
9. Földi világítástól, holdfénytől, sarki fénytől zavart, egyenetlen fényességű égbolt.
10. A légkör nyugtalanságának különböző volta a képmező különböző részein.

E hibákkal kapcsolatban röviden még a következőket érdemes megjegyezni:

Kétségtelen, hogy a legnagyobb effektust az emulzióréteg érzékenységének az ingadozása okozza. Különösen igaz ez akkor, ha nagyérzékenységű lemezekkel (pl. Kodak 103 a0) dolgozunk. Azt gondolhatnánk, hogy a helyzet — legalábbis a színindexeket⁴ illetőleg — javítható, ha különböző színszűrőkön keresztül ugyanarra a lemezre fényképezünk (természetesen kis eltolásokkal). A Schmidt- (és általában a nagylátószögű) távcsöveknél azonban az aránylag kis fókusztávolság miatt túl sok átfedés jönne létre. Ettől eltekintve egyáltalán nem lehetünk abban biztosak, hogy az érzékenység ingadozása minden színben ugyanaz.

A fókuszfelülettől való eltérés hatását elemezve arra az eredményre jutunk, hogy az okozott fényességhiba a fókuszdifferencia négyzetével arányos; az arányossági faktor a feketedéstől, a légkör állapotától és a választott szintartománytól függ. Az ok röviden a következő: optimális feltételek mellett a csillag képe az emulzió minimális területű. Ha a körülmények romlanak, a fény koncentrálttsága csökken, és a csillag képe növekszik. A fényes csillagok sugárzása elegendően intenzív ahhoz, hogy ezen nagyobb területen is erős sötétedést hozzon létre; a halvány csillagokról érkező gyenge fény azonban csak kisebb sötétedést okoz, mint optimális képminőség mellett. (Itt hat erősen az emulzió érzékenységének színtfüggősége.) Az optimális feltételek mellett még éppen fényképezhető csillagok nem fognak már megjelenni a lemezen, mert fényük csak a lehető legjobb koncentrálttság mellett képes előhívható

⁴ Színindexnek nevezzük valamely csillag két különböző szintartományban (pl. kék és sárga) mért fényességének a különbségét. Megállapodás szerint a fényességet nagytudóban fejezzük ki, és a kisebb hullámhosszon mért értékből vonjuk ki a nagyobb hullámhosszon mértet. Az eredmény a csillag fényének spektrális intenzitáseloszlásától függ, így a színindex a csillag színének mértéke. A színindex a színképtípus függvénye és halványcsillagoknál gyakran az utóbbi helyettesítésére is használják.

képet létrehozni. A fentiek értelmében tehát rosszabb minőségű felvétel használatakor a fényes csillagokat még fényesebbnek, a halványakat még halványabbnak fogjuk mérni. Létezik egy olyan fényerősség, melynek megfelelő pont a feketedési görbén⁵ nem változtatja helyét a kép minőségének (bizonyos határt meg nem haladó) romlása vagy javulása közben. Ezen optimum általában $1^m,5$ -val a lemezhatár fölött van. A képminőség megváltozása első közelítésben a feketedési görbének az optimális pont körüli elfordulását eredményezi.

A lemez (rossz előhívásból vagy állottságból stb. (redő) egyenetlen fátýolozottsága is kisebb skálahibákhoz vezethet. Ha a kiértékeléshez irisblendé-fotométert használunk, akkor az eltérés nem lesz nagy, mivel a mérés elvégzésekor az irisz igen jól követi a kiértékelendő csillag képének méretét. (Egészen más a helyzet a fixblendés fotométereknél, ahol a csillag képe az átvilágító fénynyaláb keresztmetszetének csak kis részét tölti ki. Az ilyen fotométerek a háttér egyenetlenségére igen érzékenyek.) A kép és az irisz átmérőjének jó egyezése következtében az egyenetlen fátýolozottság — eltekintve az igen halvány csillagoktól — alárendelt szerepet játszik. (A skálahiba éppen ezen halvány csillagok miatt lép fel.)

Az előbb tárgyaltnál sokkal nagyobb mezőhibát okozhat a tükör ezüst- vagy alumíniumrétegének egyenetlen fényvisszaverőképesége. Ez azonnal nyilvánvalóvá válik, ha meggondoljuk, hogy egy átlagos Schmidt-távcsőnél a képmező ellentétes oldalain fekvő csillagok fényének csak mintegy 20%-a verődik vissza közös tükörfelületről! Fotometriai kiértékelésre szánt felvételek készítésekor tehát a tükör állapotát gondosan ellenőrizni kell.

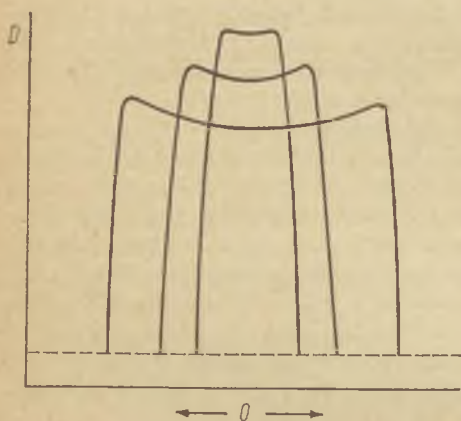
A fotoelktromos módszerekhez képest szerényebb fotometriai pontosságán kívül a fotoemulziót gyakran kritizálják viszonylag alacsony érzékenysége és nem lineáris feketedése miatt is. Pedig a linearitástól való eltérés a legtöbb esetben kielégítő pontossággal számításba vehető, és (bizonyos megszorításokkal) az alacsonyabb érzékenységet — kihasználva az emulzió integráló képességét — hosszabb expozíciós idő alkalmazásával kompenzálhatjuk.

Általánosságban elmondható, hogy a fényképezés legtöbb állítólagos hátránya megszüntethető, ha szakszerűen ismerjük a fotoanyag tulajdonságait, ha biztonsággal kiigazodunk a különböző fotografikus „effektusok” között. Cikkünk keretei között csak a legfontosabbakkal, a szomszédsági- és reciprocitási-effektusokkal foglalkozhatunk.

A keletkező képeket környezetük mind az expozíció, mind az előhívás ideje alatt befolyásolja. Pl. szoros kötéscsillag komponenseinek

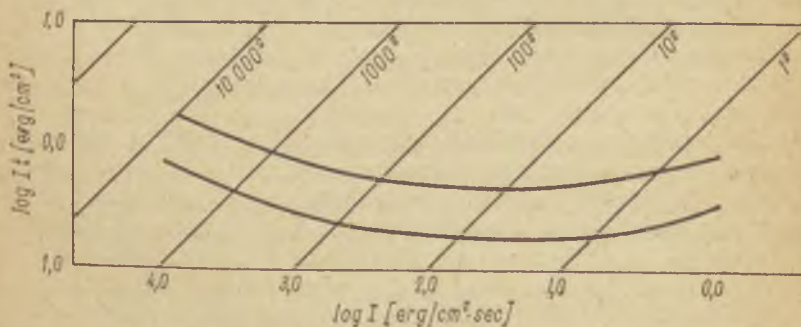
⁵ A feketedési görbe az emulzió sötétítését adja meg a beeső fényenergia függvényében. Vagy előzetes laboratóriumi kalibrálással vagy a lemezen található ismert fényességű objektumok segítségével szerkeszthető meg.

képei között az előhívó előbb kimerül és a szennyező reakciótermékek nagyobb koncentrációban lépnek fel, mint másutt. Így az előhívás lokálisan gyengül, és a komponensek képe aszimmetrikus lesz (Kostinsky-hatás). Másrészt a megvilágítás ideje alatt a kettőscsillag fényének egy része az emulzióban szóródik, és így a komponensek képe között a lemez az átlagos háttérnél erősebben feketedik. Ezen lokális hatásokat nehezen lehet kvantitatív módon tekintetbe venni; folyományuként a szorosan egymás mellett levő csillagok fotometriája pontatlanabbá válik.



28. ábra. A szél-hatás. A vízszintes tengelyen a kép lineáris méretét, a függőlegesen a sötétítés mértékét vittük fel. A felületegységre eső fényenergia mindhárom képnél azonos

diffundálnak a sötét képről a szomszédos világos területre, és ott lassítják az előhívást. Onnan a kép peremén keresztül ugyanakkor friss előhívó áramlik át, majd rövid út megtétele után kémiailag kimerül. Tegyük fel, hogy az emulzió egy részét egyenletes erősségű fénnel világítottuk meg. A most tárgyalt folyamat következtében a kép széle az átlagosnál



29. ábra. A Scheiner—Schwarzschild-effektus. A görbék mentén a sötétítés, az egyenesek mentén az expozíciós idő állandó

sötétebb lesz, és közvetlenül körülötte az átlagosnál gyengébb háttérfény keletkezik. Az effektus annál szembeötlőbb lesz, minél nagyobb felületű képet vizsgálunk (28. ábra).

A reciprocitási effektust a múlt század végén *J. Scheiner* fedezte

fel. Megfigyelte, hogy az expozíciós időnek $\sqrt[5]{100}$ -al való megnövelése nem okoz egy magnitúdóval intenzívebb fénynek megfelelő hatást. Később *K. Schwarzschild* a néhány perctől néhány óráig terjedő megvilágításokra vonatkozóan azt találta, hogy a keletkezett kép erőssége változatlan marad, ha a fény intenzitása és az expozíciós idő kielégítik a következő összefüggést: $I \cdot t^p = \text{konst.}$ Itt p az ún. Schwarzschild-kitevő. Értéke < 1 .

A témakör első részletes tárgyalása *E. Kron*-tól származik (Publ. Astrophys. Obs. Potsdam 22, 1, 1913). Kron a $\log I$, $\log It$ koordináta-rendszerben megadta azokat a görbéket, melyek mentén a fotografikus sötétedés állandó (29. ábra). A diagramokból jól látható, hogy létezik egy olyan optimális fényintenzitás (I_0), mely a szóban forgó sötétedést a legkisebb energia-ráfordítással váltja ki (It minimális). Kron azt találta, hogy $\log I$ és $\log It$ között a következő hiperbolikus egyenlet áll fenn:

$$\log It = \text{konst.} + a \sqrt{[\log I/I_0]^2 + 1} \quad (1)$$

ahol a állandó. Kis intenzitások (tehát általában a csillagászati gyakorlat) esetén (1) a következő egyszerűbb alakot ölti:

$$\begin{aligned} \log It &= \text{konst.} - a \log It \\ \frac{1}{It^{1+a}} &= \text{konst.} \end{aligned} \quad \text{vagy ami ugyanaz}$$

Ez $p = 1/(1+a)$ mellett éppen a Schwarzschild-egyenlet, mely tehát a Kron-félének — csak gyenge fényintenzitásra érvényes — speciális esete. Az, hogy Schwarzschild p -re mindig 1-nél kisebb értékeket kapott, szintén annak tudható be, hogy csak kis intenzitásokkal dolgozott.

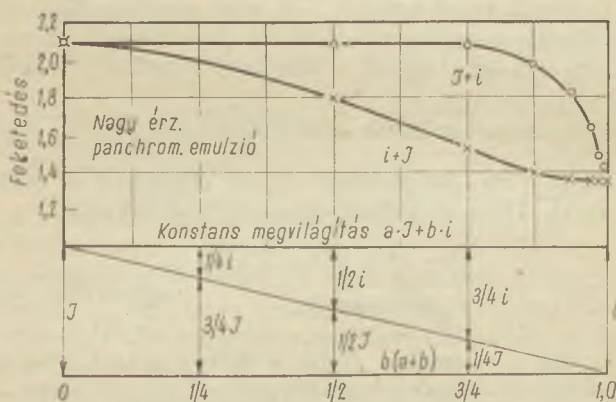
A $\log I$ és $\log It$ között fennálló összefüggés az emulzió gyártásakor messzemenően befolyásolható. I_0 értéke pl. erősen függ az emulzió elkészítésének befejező szakaszában alkalmazott hőkezeléstől. A csillagászati lemezeknél I_0 értéke kicsiny (a Kodak 103a0 lemeznél $1/1000$ gyertyafény körül van). Az ilyen lemezeket speciális jellel (pl. a Kodak-gyártmányoknál „a”-val) látják el.

A $\log I$ és $\log It$ között fennálló reláció alakját — különböző szenzibilizációs eljárásokkal — még a kész emulziónál is megváltoztathatjuk, sőt hatással vannak rá olyan külső hatótényezők is, mint pl. a levegő páratartalma és a hőmérséklet. Különböző emulziótípusok különböző

mértékben érzékenyek a hőmérsékletre. Extrém esetben előfordulhat pl., hogy egy objektum lefényképezéséhez $+20^{\circ}\text{C}$ mellett 6^{h} , -40°C mellett csak 40^{m} expozíciós idő szükséges (a hőmérséklettől eltekintve ugyanolyan észlelési körülmények között)!

Érdekes módon a beeső fény hullámhossza a reciprocity hibára csak kevésbé hat. Ha a sugárzás intenzitását két különböző hullámhosszon úgy szabályozzuk, hogy azonos idő alatt azonos fotoeffektus jöjjön létre, akkor a két $\log I/\log t$ görbe gyakorlatilag egybeesik.

A fotoemulzió integráló képességének nemlineáris voltával kapcsolatban feltétlenül meg kell említeni még egy érdekes kísérletet, mely talán a legélesebben mutatja, hogy milyen óvatosan kell eljárunk a fényképlemez fotometriai célokra való alkalmazásakor. *J. H. Webb* és *C. H. Evans* (*J. Opt. Soc. Amer.*, 28, 431, 1938) egy pánkromatikus emulziót két különböző erősségű fénynyalábbal világított meg. Az egyik fénynyaláb intenzitása (I) közel optimális, a másiké (i)



30. ábra. Webb és Evans eredménye a különböző erősségű fénynyalábok együttes hatásával kapcsolatban

ennek ezredrésze volt. A totális expozíció tartama a kísérletben állandó volt, csak i és I egymásutánját és a velük való megvilágítás idejének relatív arányát változtatták. Minden expozícióra fennállt tehát, hogy

$$E = aI + bi; a + b = \text{konst.}$$

ahol E a beérkezett fényenergiát, a az intenzív, b a gyenge fénnyel való megvilágítás tartamát jelenti. A kísérlet eredményét a 30. ábra mutatja be. Eszerint a keletkezett fotografikus sötétedés erősen függ az intenzív és gyenge fény hatásának sorrendjétől. Ha csupán a teljes expozíciós idő $1/4$ részében alkalmazzuk az erős és $3/4$ részében a gyenge

fényt, közel ugyanolyan sötétedést kapunk, mintha végig az intenzív sugárzás érte volna a lemezt. Ugyanolyan megvilágítási arány, de fordított sorrend esetén a sötétedés sokkal csekélyebb lesz! Változó erős-ségű fényforrások fotografálásánál tehát igen körültekintően kell eljárni.

Fényképezés kiválasztott hullámsávokban

A mai csillagász fotometriai követeléseai jól definiált frekvencia-sávokban való észlelést tesznek szükségessé. Mivel a hazai távcsövek főleg galaktikus kutatásra alkalmasak, foglalkozunk most csak a Tejútrendszer vizsgálatával kapcsolatban felmerülő problémákkal.

Vannak olyan kutatási témák, melyek specifikus hullámhossz-tartományban végzett megfigyelést követelnek meg; ezeknél legtöbbször éppen arról van szó, hogy bizonyos asztrofizikai mennyiségek hogyan függnek a hullámhossztól. Jellemző példák:

1. Az intersztelláris extinkció színfüggőségének tanulmányozása.
2. A Tejútrendszer különböző tartományaiban levő csillagok sugárzásának spektrális energiaeloszlása.
3. A csillagszínek egyedi klasszifikálása fotometriai úton.

Ezen problémák megoldásakor a színek megfelelően kiválasztott szűk sávjában⁶ fotometrálnunk. Itt széleslátószögű távcső és fénykép-lemez használata előnytelen, mert a műszaki fejlődés jelenlegi állása mellett a fotoelektromos technika alkalmazása tökéletesebb eredményt ad.

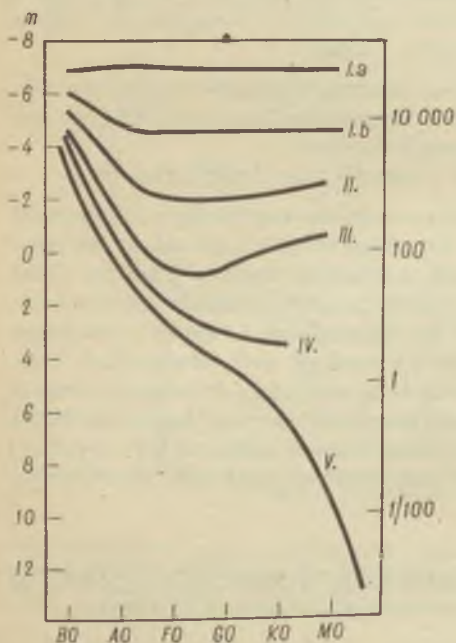
Egy másik feladatcsoportnál (itt használható ki éppen a fotolemez panoráma-tulajdonsága) különböző forrásokból vett, statisztikus célokat szolgáló adatok kombinálásával, és új eredmények katalogizálásával van dolgunk. Ha megfigyeléseinket kombináljuk vagy összehasonlítjuk más fotometriai adatokkal, színrendszerünknek azokéval kell egyeznie; már kialakult standard rendszert kell tehát használnunk. Karakterisztikus példaként említhetők:

⁶ A kiválasztott spektráltartomány két mennyiség — a (megfelelően definiált) közepes hullámhossz és a sáv szélesség — segítségével írható le. „Közepes” hullámhosszként az ún. izofot (λ_i) és effektív (λ_{eff}) hullámhosszak használatosak. Definíciójuk a következő:

$$I(\lambda_i) = \frac{\int_0^{\infty} I(\lambda) s(\lambda) f(\lambda) g(\lambda) p(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} s(\lambda) f(\lambda) g(\lambda) p(\lambda) F^{(s)} d\lambda}; \quad \lambda_{eff} = \frac{\int_0^{\infty} \lambda I(\lambda) s(\lambda) f(\lambda) g(\lambda) p(\lambda) F^{(s)} d\lambda}{\int_0^{\infty} I(\lambda) s(\lambda) f(\lambda) g(\lambda) p(\lambda) F^{(s)} d\lambda}$$

(Jelölése ua., mint a szövegben előforduló experimentális hullámhossznál.) Az izofot hullámhossz akkor fontos, ha különböző magnitúdórendszereket hasonlítunk össze, különösen ha szélessávú és monokromatikus magnitúdókat, mivel $I(\lambda_i)$ azt a monokromatikus intenzitást adja meg, mely ekvivalens a kiválasztott tartományban mért intenzitással. Az effektív hullámhossz jelentősége abban áll, hogy rács-diffrakció segítségével közvetlenül mérhető.

1. A Tejútrendszer szerkezetének tanulmányozására szolgáló fotometriai adatok gyűjtése. (Pl. távolságmeghatározás céljára.) A megfigyeléseket olyan fotometriai rendszerben kell végezni, melyben nagymennyiségű, az égbolton megfelelően elosztott csillag valódi színe (fényének eredeti spektrális intenzitáseloszlása) rendelkezésre áll. Az abszorpció/elszíneződés viszonyának⁷ szintén ismertnek kell lennie. Különböző rendszerekből vett adatok keverése irreális távolságokhoz, és általában helytelen következtésekhez vezethet.
2. Nyílt- és gömbhalmazok színfényesség- és kétszín-diagramjai. Csak precízen és közvetlenül összehasonlítható eredmények igazán értékesek. Itt is igen előnyös tehát, ha minden megfigyelő ugyanabban a rendszerben dolgozik.
3. A csillagok abszolút fényesség szerinti megoszlásának felmérése



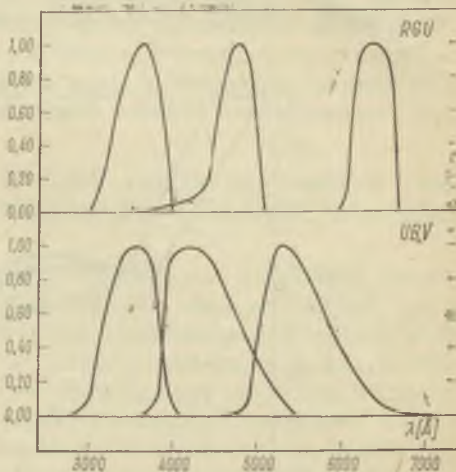
31. ábra. A különböző színkép- és luminositási osztályú csillagok abszolút fényessége. A luminositást baloldalt abszolút magnitúdókban, jobboldalt napfényesség-egységekben adtuk meg

a Nap szomszédságában, halmazokban, asszociációkban stb. Megbízható összehasonlítások csak akkor tehetők, ha minden megfigyelést ugyanabban a rendszerben végzünk. Különböző rendszerekben nyert luminositási függvények egymásba-transzformálása általában nem hajtható végre.

E felvázolt, nagylátószögű távcső és fotolemez alkalmazását igénylő problémák a semleges hidrogén-gáz galaktikus eloszlásának vizsgálata terén elért eredmények, a Tejútrendszer spirális szerkezetének mind jobb megismerése nyomán igen izgalmasakká váltak. Érthető, hogy vizsgálataink hatókörét igyekszünk minél jobban ki szélesíteni. Eközben azonban

⁷ Mivel az interstelláris közeg fénygyengítő hatása a hullámhossztól is függ, a rajta áthaladó sugárzás spektrális intenzitáseloszlása megváltozik. Ezt a jelenséget hívjuk „elszíneződésnek”. Minden fotometriai rendszerben meghatározzák, hogy különböző mérvű elszíneződésekhez milyen fénygyengítés tartozik.

bizonyos nehézségek merülnek fel. A csillagok abszolút fényessége igen tág határok között mozog (31. ábra). A stellárstatisztikában is alapvető szerepet vivő luminozítás színképfelvételeken csak legfeljebb 13^{ig} becsülhető. Egyszerű (szűrő nélküli) fényképfelvételek, és a napkörnyéki csillagokról általánosított luminozítási függvény kombinált használatát pedig ez utóbbi helyfüggősége akadályozza meg. A kiutat — W. Becker nyomán — a következő megfontolás alapján kereshetjük: Mivel a csillagok sugárzásának intenzitáseloszlása első közelítésben két gradienssel ábrázolható, három alkalmasan kiválasztott hullámhossztartományra alapuló színfotometria segítségével a csillagok abszolút fényessége meghatározható.



32. ábra. Az RGU és UBV színrendszerek érzékenységi függvényei

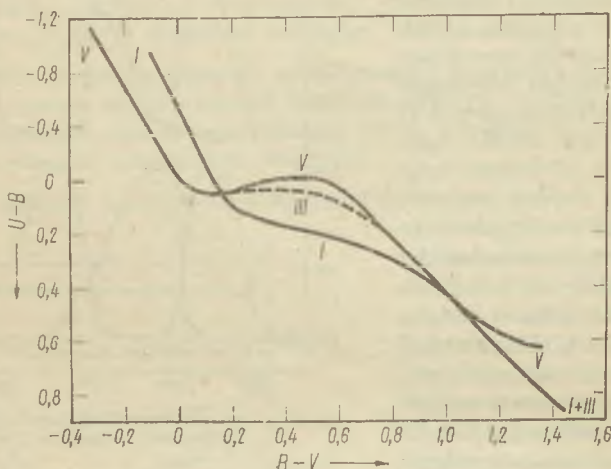
(Éz az oka annak, hogy az internacionálisan legelterjedtebb RGU- és UBV-rendszerek háromszínfotometriák 32. ábra.)⁸ A gradiensket a rövid- illetve hosszúhullámú színindex jellemzi. A különböző abszolút fényességű csillagok e két színindex szerinti elhelyezkedését a 33. ábra mutatja (UBV-rendszerben).

Kiderült azonban, hogy a háromszínfotometriai vizsgálatok eredeti rendeltetésüknek nem tesznek teljesen eleget, és a luminozítás közvetlen meghatározására kevésbé alkalmasak. (Főként csillaghalmazok távol-ságának és vörösdésének meghatározására alkalmazhatók. A halmaz-

⁸ Az RGU-rendszert, melynek megjelölése a használt színtartományok német elnevezésének kezdőbetűiből áll, Becker a csillagspektrumok intenzitáseloszlásának messzeemenő figyelembevételével alkotta meg. A rendszer izófót hullámhosszal (λ_R , λ_Q , λ_S) rendre 638, 481 ill. 373 m μ , a sávok félszélessége 40, 50 ill. 60 m μ .

Jelenleg legszélesebb körben a H. L. Johnson és W. W. Morgan által bevezetett UBV-rendszert alkalmazzák. A megjelölés itt is a használt színtartományok — ezúttal angol — nevének kezdőbetűiből áll. Értelmidéséget elsősorban technikai előnyeknek köszönheti. A rendszer izófót hullámhosszal (λ_R , λ_Q , λ_S) rendre 308, 445 ill. 546 m μ , és ezekre a jelenleg általában rendelkezésre álló fotocellák kielégítően érzékenyek. Ez a fotográfikus fotometria számára is lényeges, mivel a standard magnitúdósorozatotok fotoelektromosan határozzák meg. Az UBV-rendszerben már az égbolt igen sok helyén állnak standard sorozatok rendelkezésre, míg az R (azaz vörös) színtartományban is érzékeny fotocellák csak nemrégén kerültek ki a kísérleti stádiumból. Johnsonék nagyobb félszélességeket használnak, mint Becker, és így rendszerükben a határmagnitúdó nagyobb. A rendszer hátránya viszont, hogy nem veszi elég figyelembe a csillagszínképek energiacioszlását, és a nagyobb félszélességek miatt az effektív hullámhosszak erősen függenek a vizsgált objektum színétől.

tagok abszolút fényessége persze ezekből már triviálisan adódik.) Kevésbé alkalmasak pedig azért, mert az interstelláris abszorpció hatása a mérésekből nem mindig redukálható ki (pl. ha az abszorpció a távolság és irány folytonos függvénye). A következő okokból itt nem segít egy további, negyedik színtartományban való kiegészítő mérés sem:



33. ábra. A különböző luminizációs osztályú csillagok kétszín-diagramjai

A csillagok sugárzásának intenzitáseloszlására a szokásos fotolemezeken felvehető hullámhossztartományban közelítőleg a következő összefüggés teljesül

$$\frac{d\Delta m(\lambda)}{d(\lambda^{-1})} = \begin{cases} c^1 \\ c^2 \end{cases}$$

ahol c_1 a $\lambda < 480 \text{ m}\mu$ és c_2 a $\lambda > 480 \text{ m}\mu$ tartományban érvényes. Tudjuk, hogy az interstelláris abszorpció szelektív. Tegyük fel, hogy nagysága λ^{-1} -el arányos, következésképp a fentivel azonos alakú összefüggésnek engedelmeskedik:

$$\frac{d\Delta m(\lambda)}{d(\lambda^1)} = a$$

Tehát előfordulhat, hogy egy vörösödött fényű korai csillagot egy későbbtől nem lehet megkülönböztetni. Így a luminizitás kifogástalan meghatározása a színtípus ismerete nélkül kizárt, és ezen a tényen még egy további színtartományban való mérés sem segíthet.

A valóságban ugyan az intersztelláris abszorpció nem tekinthető egyszerűen λ^{-1} -el arányosnak, de a $\lambda\lambda$ 350—1000 $m\mu$ tartományban két különböző α -val igen jó közelítés adható. Az ezeknek megfelelő egyenesek $\lambda = 490$ $m\mu$ -nál metszik egymást, azaz közel ugyanott, ahol a csillagok sugárzásának intenzitáselosztását jellemző gradiensek. Ennélfogva a felületi hőmérséklet és az intersztelláris abszorpció hatása általában nem különböztethető meg. Fentiek miatt a luminozítás és intersztelláris abszorpció meghatározása végett további színtartomány alkalmazása is céltalan.

A (több) színfotometria, és annak valóban egy standard rendszerben való elvégzése, még további speciális nehézségeket is magában hordoz.

Valamely standard rendszerben kétféleképpen mérhetünk fényességeket. Ha a tradicionális eljárást követjük, nincs szükségünk sem a saját, sem a standard rendszer fizikai tulajdonságainak pontos ismeretére. Közelítőleg egyeztetjük az észlelési színtartományokat a standardokkal, és a kapott fotometriai értékeket egy empirikus transzformációs egyenlet segítségével átszámítjuk a standard rendszerre. A módszer eleve feltételezi, hogy pontos transzformációs formula létezik még akkor is, ha az észlelési és a standard rendszer között jelentős különbség áll fenn. A modern gyakorlatban a feltevés nem mindig állja meg a helyét, különösen ha különböző műszerekkel felvett fotometriai adatok precíz összehasonlítására van szükség.

Kielégítőbb eredményt kapunk, ha észlelési rendszerünknel pontosan igyekszünk lemásolni a standard rendszer fizikai tulajdonságait. Ekkor azonban laboratóriumi mérésekre van szükség. A szűrő és az emulzió speciális választásával a lehető legjobban megközelítjük a standard rendszer színérzékenységi függvényét. Ebben az esetben tehát az érzékenységi függvény az elsődleges és nem az égbolton megadott magnitúdósorozat. Ez utóbbi pusztán arra a célra szolgál, hogy vele az approximáció pontosságát ellenőrizzük. Ha egyáltalán szükség van transzformációra, úgy az nehézség nélkül elvégezhető, és csak kis korrekciót ad.

Mindenesetre az alkalmazásra kerülő színszűrők nem lehetnek túl keskeny sávúak, ugyanis a Fraunhofer-vonalak hatását lehetőleg ki kell kapcsolni. Túl széles tartományban sem ereszhetnek át, mert akkor az effektív hullámhossz válik kellemetlenül bizonytalanná. (Azok a kb. 1000 Å széles szűrők, melyek kereskedelmi forgalomban is kaphatók, beváltak.)

Az effektív hullámhossz intersztelláris vörösödés okozta eltolódását sajnos nem lehet elkerülni. A mérések reprodukálhatósága még akkor is könnyen bizonytalanná válhat, ha a megfigyelő mindig ugyanazt a

berendezést használja. E bizonytalanság matematikai becsléséhez definiáljuk λ_e -t a következő módon:

$$\lambda_e = \frac{\int_0^{\infty} \lambda s(\lambda) f(\lambda) q(\lambda) p(\lambda)^{F(z)} d\lambda}{\int_0^{\infty} s(\lambda) f(\lambda) q(\lambda) p(\lambda)^{F(z)} d\lambda}$$

Itt $s(\lambda)$ a fotolemez, $f(\lambda)$ a színszűrő, $q(\lambda)$ a távcső érzékenységi függvénye; $p(\lambda)$ az atmoszféra fényáteresztési koefficiense a zenitben és végül $F(z)$ az a levegőtömeg, melyen a sugárzásnak z zenittávolságban keresztül kell haladnia. λ_e -t egyes szerzők experimentális hullámhossznak nevezik. $J(\lambda) = \text{konst.}$ mellett λ_e azonos az effektív hullámhosszal.

Ha λ_e csak 10 Å nagyságrendben tér el tervezett értékétől az már elegendő arra, hogy 1^m—2^m intersztelláris vörösödésnél a színindex több, mint 0^m01-el hibás legyen. Távoli, erősen vörösödött fényű csillagok színindexének pontos meghatározásához tehát hasonló mértékben vörösödött standardok egyidejű mérése elengedhetetlen.

Problémát jelent az ún. „sávszélességi effektus” is, mely minden többszínfotometriában jelentkezik. $J(\lambda)$, $A(\lambda)$ és $Q(\lambda)$ (a felfogóberendezés eredő érzékenysége) együttes hatásának következtében. Ez az effektus az oka annak, hogy a vörösödés mértéke a színképtípustól is függ. Tegyük fel pl., hogy egy csillaghalmazban G - vagy K -szuperóriások vörösödését kell meghatároznunk a B -csillagokra ismert differenciális abszorpcióból. A színrendszer effektív hullámhosszai a késői csillagok számára nagyobbak lesznek, és kékben erősebb eltolódás jön létre, mint sárgában. Az effektív hullámhosszak közötti bázistávolság ezáltal megrövidül, és a differenciális abszorpció lecsökken. Másként kifejezve: ugyanolyan vörösödéshez erősebb abszorpció tartozik a késői csillagoknál, mint a koraiaknál. Az effektus kvantitatíven (pl. az UBV -rendszerben) az

$$\eta = E_{B-v} / (E_{B-v})_B$$

viszonnyal, azaz egy tetszőleges és egy B_0 -csillag vörösödésének arányával, és az

$$R = A_v / E_{B-v}$$

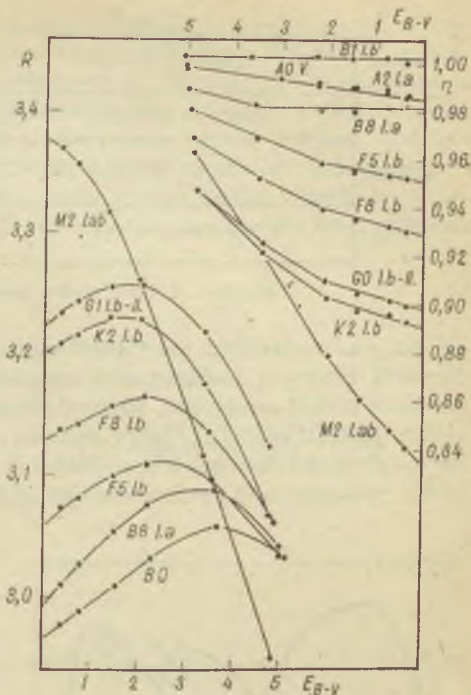
hányadossal jellemezhető (34. ábra). Ez utóbbi különösen fontos az abszolút fényesség meghatározásánál.

Kimutatható, hogy η és R 2^m differenciális abszorpcióig E_{B-v}

lineáris függvényei, és az együttthatók csak a csillagok valódi színétől függenek.

Bár a sáv szélességi effektus aránylag kicsiny, precíziós munkáknál okvetlenül figyelembe kell venni. Nagysága számítások útján pontosabban meghatározható, mint azonos fénygyengítésnek kitett csillagok empirikus összehasonlítása útján.

Láttuk, hogy a fotometriai munkáknál igen sok tényezőt kell figyelembe vennünk. Természetesen mindig a kitűzött célhoz kell szabnunk azt, hogy milyen „finoman” dolgozunk. Munkánk akkor válik a leghatékonyabbá, ha minden esetben gondos mérlegelés után választjuk ki a megfelelő közelítést.



34. ábra. A különböző színképtípusú csillagokra vonatkozó R , mint a színexcesszus (E_{B-V}) függvénye

Színes fényképezés a csillagászatban⁹

Az előzőekben rámutattunk arra, hogy a modern csillagász számára bizonyos vizsgálatok keresztülviteléhez elengedhetetlen a megfigyelt objektum rövid- és hosszúhullámú színindexének, azaz lényegében az objektum színének ismerete. Kézenfekvő tehát a színes fényképezési technika alkalmazása, hiszen annak segítségével egyetlen felvételen megkaphatjuk mindazt az információt, melynek megszerzéséhez a fentebb leírt módszerrel három felvétel szükséges. Sajnos azonban a gyakorlatban több zavaró tényező jelentkezik. Ezek megértéséhez és helyes értékeléséhez meg kell kissé ismerkednünk a színes fényképezés elvi és technikai alapjaival.

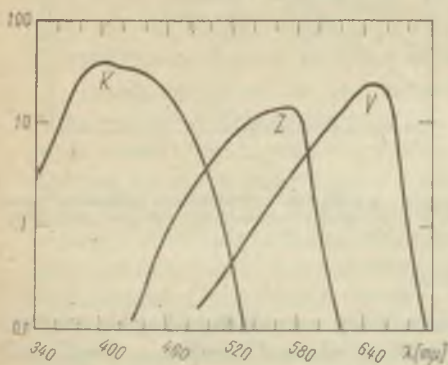
A következőkben csak a színes diafilmmel foglalkozunk, mely a mindennapi életben széles alkalmazásra talált. A dia színei úgy állnak

⁹ Itt a színes fényképezéssel relatív fontosságánál bővebben foglalkozunk, mert a magyar csillagászati irodalomban még jóformán egyáltalán nem esett róla szó.

	emulzió	az előhívás után keletkező színszűrő
1. réteg	szenzibilizálatlan	sárga
	oldódó sárga szűrő	
2. réteg	ortokromatikus	kékesvörös
3. réteg	pankromatikus	kékeszöld

35. ábra. A színes diafilm emulziójának felépítése

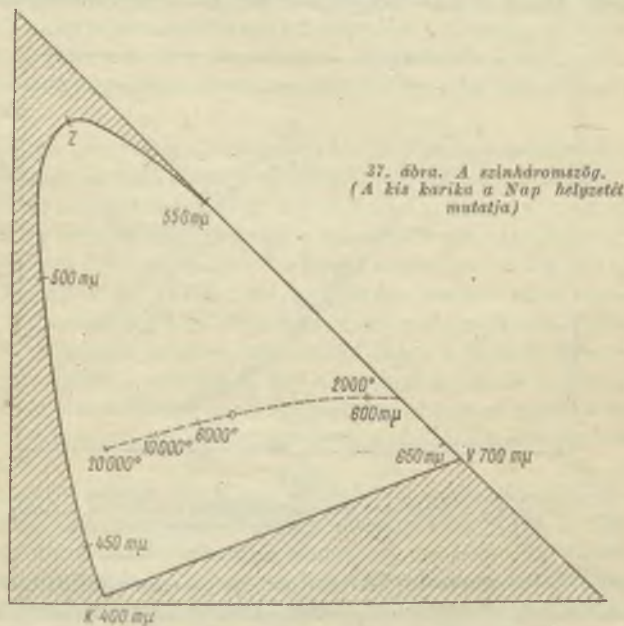
elő, hogy az emulzióban keletkezett színszűrő rétegek a vetítőlámpa fehér fényéből bizonyos hullámhosszú részeket elnyelnek. A maradék adja azután a kívánt színhatást. Megmutatható (szemünk szerkezetének közvetlen következménye), hogy minden színárnyalat „kikeverhető” a három alapszínből: a kék, a zöld és a vörös. Ez azt jelenti, hogy három változtatható optikai vastagságú szűrő segítségével bármely szín-



36. ábra. Egy színes diafilm érzékenységi görbéi a kék, zöld, ill. vörös tartományban

benyomás előállítható, és ez a színes fényképezés alapja. Egy színes dia emulziója általában három (egyenként kb. 4μ vastagságú) rétegből áll. Az első réteg kék, a második zöld, a harmadik vörös fényre érzékeny. (Szenzibilizálatlan, ortokromatikus ill. pankromatikus emulzióból készülnek.) Mivel az alsó két réteg rövidhullámú fényre is reagál, az első réteg után egy — az előhíváskor oldódó — sárga szűrőt iktatnak be. A — meglehetősen bonyodalmas — előhívás folyamán az első rétegben sárga, a másodikban kékesvörös, a harmadikban kékeszöld színszűrő keletkezik. Ezek maximális erősségűek az érzékenységi tartományban meg nem világított részekben, és optikai vastagságuk annál kisebb, minél intenzívebb fény érte őket. Ezek után a lefényképezett szín visszaadásának módja már könnyen érthető. Vegyük pl. a kék égboltot. A beérkező fény intenzitása a zöld és vörös tartományban igen gyenge lesz, így megvilágítást csak az első réteg kap. Sárga színszűrő tehát nem keletkezik, így az előhívott kép csak kékesvörös valamint kékeszöld szűrőt tartalmaz és vetítéskor nyilvánvalóan kék színt ad.

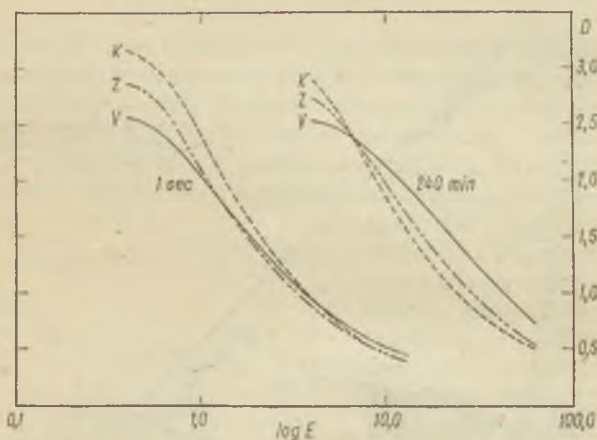
Nézzük most a színes technika csillagászati alkalmazását. A csillagok első közelítésben fekete testként sugároznak. Különböző színük különböző hőmérsékletük következménye. Bár minden hullámhosszon sugároznak, színük szintén előállítható, mint a vörös, a zöld és a kék keveréke. Fotometriailag csak olyan színes felvétel értékes, melynek segítségével az alapszínek intenzitásának aránya számszerűen is megadható. E kvantitatív viszonyok szemléletes kifejezésére vezette be *Helmholtz* az ún. színháromszöget (37. ábra). Sarkai az alapszíneknek felelnek



meg és szárain az ún. „tisza” színek fekszenek. Válasszunk most ki egy kevert színt. A vörös, zöld és kék arányának megfelelően képzeletben helyezzünk el tömegeket a háromszög sarkaiba. A kiválasztott színt a színháromszögben e tömegek súlypontja reprezentálja. Ha kiszámítjuk a különböző hőmérsékletű sugárzó fekete testeknek megfelelő pontokat, akkor azt találjuk, hogy azok egy (az ábrán szaggatottan jelzett) vonalon helyezkednek el. 2000°-nál a szín narancssárga, 5000° körül (Nap hőmérséklete) sárgából fehérbe megy át, míg 20 000°-nál (*B*-csillagok) olyan kék, mint a hegyvidéki égbolt.

Kétségtelen, hogy tudományos szempontból a hőmérsékletből számítható szín visszaadása volna a leglényegesebb. A színhőmérséklet ugyanis az a fizikai mennyiség, melynek mérése — a látszólagos fényes-

ség mellett — a csillagászok számára a leglényegesebb. Ez az ideális eset azonban messze nem érhető el, és a közeljövő lehetőségein is kívül esik. Már az is igen nagy eredmény volna, (és lényegében megoldaná a problémát) ha a csillag és a kép színe között egy kölcsönösen egyértelmű kapcsolatot sikerülne létesíteni. Sajnos azonban még e korlátozott cél sem érhető el. Azt találja az ember, hogy különböző színű csillagok képei azonos, azonos színű csillagok képei pedig különböző színűek lehetnek, és a színtorzulás a látszólagos fényesség valamint az expozíciós idő függvénye. Az ok a már tárgyalt *Scheiner—Schwarzschild*-effektusban



38. ábra. A Scheiner—Schwarzschild-hatás jelentkezése a színes emulzió különböző rétegeinél

keresendő. A Schwarzschild-kitevő az 1-et a szenzibilizálatlan emulzió-nál közelíti meg a legjobban, értéke kisebb az ortokromatikus és még kisebb a pánkromatikus emulzióra vonatkozóan (38. ábra). Ennek következtében gyenge intenzitás és hosszú expozíció esetén a szenzibilizálatlan rétegre a fény viszonylag erősebben hat, mint a másik kettőre, és így a kép túlságosan kék lesz.

A Scheiner—Schwarzschild-effektus bizonyos mértékig csökkenthető (v. ö. pl. *W. C. Miller*, Publ. Astron. Soc. Pacific, Vol. 74, 457, 1962). Hosszú megvilágítási idő esetén színszűrőt alkalmazhatunk, mely a kék és részben a zöld színt is gyengíti. Hűtéssel is próbálkozhatunk. Alacsonyabb hőmérsékleten ugyanis (az érzékenység már említett emelkedése mellett) az optimális megvilágítási intenzitás kisebbé válik (ennek környékén pedig a $\log I/\log I_t$ görbe közel vízszintes). Szárazjég segítségével, -78°C -ra való hűtéssel, *Hoag* meglepően jó eredményeket ért el. (Publ. Astron. Soc. Pacific, Vol. 73, 301, 1961.)

A kereskedelmi forgalomban levő diafilmeket szokásos környezeti tárgyaink színeinek hű visszaadására készítették. Ezek a színek széles hullámsávúak. Monokromatikus színeknél azonban már zavar áll elő. A három réteg maximális érzékenysége közé eső hullámhosszú vonalak csak gyengébben és tökéletlenül adódnak vissza. E jelenség igen jól szemlélhető színes spektrumfelvételeken. A vörös, a sárga, a zöld és a kék közötti átmeneti árnyalatok alig érzékelhetők; ibolya egyáltalán nem látható, és a halványabb csillagoknál még a sárga is hiányzik. Elvileg lehetne készíteni olyan színes diafilmet (és a technikai lehetőség is meg van rá), mely a jelenleginél sokkal nagyobb pontossággal adná vissza a monokromatikus színeket. Azonban — tekintettel az igen szűk keresletre — rendszeres gyártása nem fizetődik ki, így a kereskedelemben nem kapható.

A diafilmek hiányosságai emissziós ködök fényképezésénél is szembeötlőek. A *Balmer*-sorozat mellett ezekben igen erős a kétszeresen ionizált oxigén 5000 Å közelében fekvő zöld vonala is. A film ezt már inkább a kékre érzékeny rétegen fogja fel, így a távcsőben látott zöldes szín a felvételen majdnem teljesen hiányzik. Egyes emissziós ködökben intenzív az ionizált oxigén 3727 Å-nél levő ultraibolya vonala is, és rendszerint ugyanazon területekről érkezik hozzánk, mint a $H\alpha$ sugárzás. Ilyen ködök színes fényképezésénél az okoz problémát, hogy a film érzékenyebb az ultraibolyában, mint a vörösben, így az oxigén-emisszió a $H\alpha$ sugárzás jelenlétét felismerhetetlenné teszi. Szerencsére ebben az esetben könnyen segíthetünk magunkon egy olyan szűrővel, mely az ultraibolya részt nem engedi át.

Az emissziós ködök általában különböző hullámhosszúságú sugárzást kibocsátó tartományokból állnak. Integrálfelvételen a köd a szivárvány legkülönbözőbb színeiben tündököl, spektrumfelvételen pedig különböző nagyságú és alakú monokromatikus képek sorát adja.

Sajnos Évkönyvünkben színes felvételek közlésére nincs lehetőség, így itt csak néhány ismertebb köd leírására szorítkozhatunk.

A szupernóva maradványból keletkezett Rák-köd középen fehér, majd (kifelé menve) sárga és vörös színű. A köd szinkrotron sugárzást bocsát ki, és a színeloszlás abban lel magyarázatát, hogy a centrumtól kifelé haladva a mágneses tér erőssége és a világító részecskék energiája csökken.

A Lant csillagképben található híres planetáris köd középen kék, majd zöld, sárga, végül a peremén vörös színű. A ködöt egy központi csillag gerjeszti sugárzásra, így a színeloszlás ismét könnyen érthető. A vörös fény főként hidrogénnek és nitrogénnek, a zöldes oxigénnek, végül a kék hidrogénnek és oxigénnek tudható be. (Bár a planetáris ködök héliumot is tartalmaznak, a héliumsugárzás nem játszik lényeges szerepet.)

Az előbbiekkal ellentétben a Pleiadokban levő köd egyenletes kék színben ragyog. Ennek oka az, hogy a benne található csillagok nem tudják önálló sugárzásra gerjeszteni. A köd fénye egyszerűen korai, nagy luminozitású csillagok szórt sugárzásából áll.

Az emissziós ködök színhelyes fényképezését igen megnehezíti a Scheiner—Schwarzschild-effektus is. Mivel a Schwarzschild-kitevő legnagyobb a szenzibilizálatlan, és legkisebb a pánkromatikus emulzióra vonatkozóan, a köd gyenge felületi fényességű részeinek képe túlságosan kék lesz. Szigorúan nézve egyszerre az egész objektumról nem is készíthető színhelyes felvétel. A ködöt először különböző intenzitású izofót részekre kell bontanunk, majd mindegyikre vonatkozóan meg kell határozni az optimális expozíciós időt, és (az esetleg szükséges) korrigáló színszűrő fajtáját. Az egész köd hű képe azután egy felvételesorozat végeredményeként alakul ki.

A fentiekben a színes fényképezés csillagászati alkalmazásának nehézségeivel, és korlátaival foglalkoztunk. A sokféle hibalehetőség említése nem az amatőrök elkedvetlenítését célozta. Ezek ismerete használható eredmények eléréséhez elengedhetetlenül szükséges. A színes technika csillagászati felhasználásának még csak a kezdetén vagyunk, de máris jól fel tudjuk használni azt vörös valamint kék szuperóriások, nóvák és szupernóvák detektálására, vagy a Tejútrendszer és más galaxisok csillagpopulációinak közelítő szétválasztására. Az előbbieken láttuk, hogy a színes felvételek lehetővé teszik kozmikus gázködök gerjesztési állapotának egyszerű vizuális becslését is.

Még igen sok a tennivaló a színes kép kvalitatív hűségének és fotometriai pontosságának növelése érdekében. De a közönséges fényképezés csillagászati alkalmazásának is meg volt a maga „hőskora”. Fejlődésének megfelelő stádiumában a fekete-fehér eljárás sem volt pontosabb a mai színes fotózásnál. Mint minden új megfigyelési technikában, a színes fényképezésben is bizonyára rejlenek ma még csak vázlatosan látott vagy nem is sejtett lehetőségek. Az, hogy milyen mértékben segíti majd a színes technika az asztrofizikai kutatásokat, elsősorban azok szaktudásától és leleményességétől függ majd, akik *megpróbálják* alkalmazni problémáik megoldására.

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok:

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái	28
Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m)	29
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara 0 ^h világidőben	30
Bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 ^h világidőkor	34
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei	36
A fényesebb csillagok katalógusa	44
Fényesebb periódikus változócsillagok katalógusa	64
Kettős és többszörös csillagok katalógusa	67
Megjegyzések az I—VII. táblázatokhoz	70
A csillagos ég 1965-ben	71
Az Uránusz és Neptunusz látszó útja 1965-ben	83

Beszámolók:

Detre László: A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intéze- tének működése (1963 június 1—1964 május 31)	85
Róka Gedeon: A TIT Csillagászati és Űrhajózási Szakosztályainak 1963/64 évi működése	90
Kulin—Ivóné—Bartha: A TIT Űrúria Bemutató csillagvizsgálóinak működéséről (1964 május 1 — 1964 április 30)	101

Cikkek:

Detre László: A csillagászat legújabb eredményei	122
G. J.: A Nyugodt Nap Nemzetközi Évei	128
V. A. Ambarcumján: A modern csillagászat és a mikrofizika problémái	131
Marx György: A 3C273 hipercsillag és a gravitációs kollapszus	142
Abonyi Ivónné: A mázer és a lézer	155
Róka Gedeon: A fizika megmaradási tételei a csillagászatban	165
Kulin György: Űrhajózási, égimechanikai feladatmegoldások a közép- iskolában	176
Balázs Béla: A csillagászati fotografikus fotometria alapvető problémái	185

Ára: 18,50 Ft